

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-196419

(43) Date of publication of application : 21.07.1999

H04N 7/30
H04N 7/32

(71)Applicant : SONY CORP

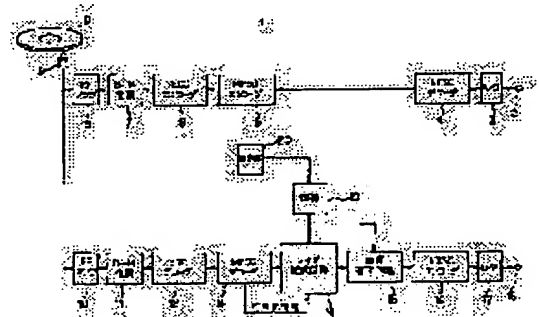
(72)Inventor : KOBAYASHI HIROSHI
MORIO MINORU
KATO MOTOKI
IKI SHINYA
OBATA KOJI

(54) DEVICE AND METHOD FOR PICTURE SIGNAL PROCESSING

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress a block distortion as well as a mosquito noise generated at the time of encoding or decoding a picture.

SOLUTION: An optical disk recording and reproducing device 1 as this device is equipped with a filter means for applying filtering processing to a picture, a compression encoding means 5 for applying block encoding processing to the picture, a decoding means 13 for applying decoding processing to the picture which is compression-encoded by the compression encoding means 5 and a noise reduction means 14 for performing processing to reduce at least a block distortion of the picture to which the decoding processing is applied by the decoding means 13. Thus, a noise that is generated when the compression-encoding processing and the decoding processing are applied to the picture is efficiently reduced.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.12.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-196419

(43)公開日 平成11年(1999)7月21日

(51)Int.Cl.⁸

H 0 4 N 7/30
7/32

識別記号

F I

H 0 4 N 7/133
7/137

Z
Z

審査請求 未請求 請求項の数57 O L (全 42 頁)

(21)出願番号 特願平9-361500

(22)出願日 平成9年(1997)12月26日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 小林 博

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(72)発明者 森尾 稔

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(72)発明者 加藤 元樹

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(74)代理人 弁理士 小池 晃 (外2名)

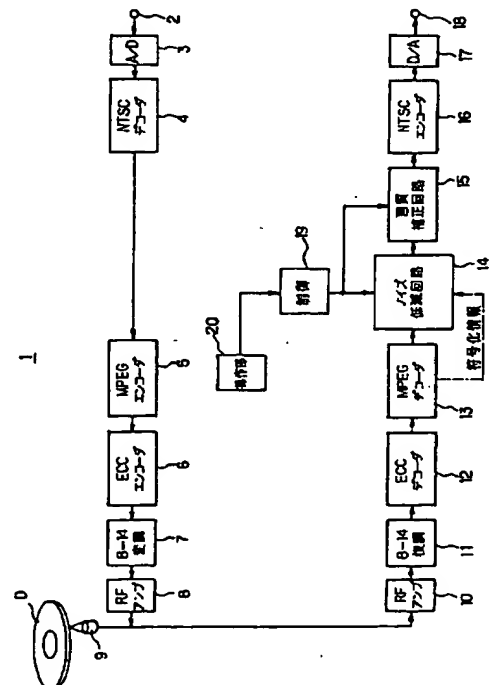
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像信号処理装置及び画像信号処理方法

(57)【要約】

【課題】 画像を符号化または復号するときに生ずるモスキートノイズを抑制するとともにブロック歪を抑制する。

【解決手段】 画像にフィルタリング処理を施すフィルタ手段と、このフィルタ手段を含み、画像にブロック符号化処理を施す圧縮符号化手段5と、圧縮符号化手段5で圧縮符号化された画像に復号処理を施す復号手段13と、復号手段13で復号処理が施された画像のブロック歪を少なくとも低減する処理を行うノイズ低減手段14とを備えることで、画像に圧縮符号化処理及び復号処理を施すときに生ずるノイズを効果的に低減する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力画像に圧縮符号化処理及び復号処理を施す画像信号処理装置において、
入力画像にフィルタリング処理を施すフィルタ手段と、
上記フィルタ手段でフィルタリング処理が施された画像にブロック符号化処理を施す圧縮符号化手段と、
上記圧縮符号化手段で圧縮符号化された画像に復号処理を施す復号手段と、
上記復号手段で復号処理が施された画像のブロック歪を少なくとも低減する処理を行うノイズ低減手段とを備えることを特徴とする画像信号処理装置。

【請求項2】 上記ノイズ低減手段は、画面内におけるノイズを低減し、次に画面間で発生するノイズを低減することを特徴とする請求項1に記載の画像信号処理装置。

【請求項3】 画像に画質補正処理を行う画質補正手段を備え、
上記画質補正手段は、上記ノイズ低減手段によりノイズ低減処理がなされた入力画像に画質補正処理を行うことを特徴とする請求項1に記載の画像信号処理装置。

【請求項4】 上記フィルタ手段は、入力画像にフィルタリング処理を行うことで、上記復号手段で復号された画像に輪郭部に生ずるモスキートノイズを低減することを特徴とする請求項1に記載の画像信号処理装置。

【請求項5】 上記フィルタ手段は、
入力画像を少なくとも1画素からなる小ブロックに分割する分割手段と、
所定の方法により上記入力画像の小ブロックの符号化難易度を計算する計算手段と、
上記入力画像の小ブロックの符号化難易度と、当該入力画像の小ブロックが画像間予測で参照する小ブロックで使われたフィルタ制御情報とに基づいて、上記入力画像の小ブロックに対して適応的にローパスフィルタ処理を施す際のフィルタ特性を決定するフィルタ特性決定手段とを有することを特徴とする請求項1に記載の画像信号処理装置。

【請求項6】 上記フィルタ特性決定手段は、
上記入力画像の小ブロックに使うローパスフィルタの帯域制限値と、当該入力画像の小ブロックが画像間予測で参照する小ブロックで使われたローパスフィルタの帯域制限値とを比較して比較値を求める比較手段と、
上記比較値が予め決められた閾値より大きい時は当該比較値を上記閾値以内に抑えるように上記入力画像の小ブロックに使うローパスフィルタの帯域制限値を制御する制御手段とを備えることを特徴とする請求項5に記載の画像信号処理装置。

【請求項7】 上記計算手段は、
上記入力画像に対して予測符号化及び／又は直交変換符号化を施して係数データを生成する係数データ生成手段と、

当該係数データを一定の量子化ステップで量子化することにより上記小ブロック単位の発生符号量を求める発生符号量生成手段とを備え、

当該小ブロック単位で求めた発生符号量を上記符号化難易度とすることを特徴とする請求項5に記載の画像信号処理装置。

【請求項8】 上記計算手段は、
上記入力画像の画像間の動きベクトルを上記小ブロック単位で検出して予測残差を求める予測残差生成手段を備え、
当該小ブロック単位で求めた予測残差を上記符号化難易度とすることを特徴とする請求項5に記載の画像信号処理装置。

【請求項9】 上記フィルタ特性決定手段は、フレーム間予測で参照されるフレーム上において上記入力画像の小ブロックの動きベクトルにより参照される位置にある小ブロックに基づいて上記入力画像の小ブロックに対して適応的にローパスフィルタ処理を施す際のフィルタ特性を決定することを特徴とする請求項5に記載の画像信号処理装置。

【請求項10】 上記フィルタ特性決定手段は、フレーム間予測で参照されるフレーム上において上記入力画像の小ブロックの動きベクトルにより参照される位置にある小ブロックに基づいて上記入力画像の小ブロックに対して適応的にローパスフィルタ処理を施す際のフィルタ特性を決定することを特徴とする請求項6に記載の画像信号処理装置。

【請求項11】 上記フィルタ特性決定手段は、フレーム間予測で参照されるフレーム上において上記入力画像の小ブロックと同じ空間的位置にある小ブロックに基づいて上記入力画像の小ブロックに対して適応的にローパスフィルタ処理を施す際のフィルタ特性を決定することを特徴とする請求項5に記載の画像信号処理装置。

【請求項12】 上記フィルタ特性決定手段は、フレーム間予測で参照されるフレーム上において上記入力画像の小ブロックと同じ空間的位置にある小ブロックに基づいて上記入力画像の小ブロックに対して適応的にローパスフィルタ処理を施す際のフィルタ特性を決定することを特徴とする請求項6に記載の画像信号処理装置。

【請求項13】 上記フィルタ手段は、
入力画像を少なくとも1画素からなる小ブロックに分割する分割手段と、
上記入力画像をフィルタ特性の参照画像とフィルタ特性の非参照画像に分類する分類手段と、
上記入力画像がフィルタ特性の参照画像である場合には、所定の方法により当該入力画像の小ブロックの符号化難易度を計算する計算手段と、
上記入力画像の小ブロックの符号化難易度と、当該入力画像内の全小ブロックの符号化難易度を平滑化する平滑化手段と、

上記入力画像の小ブロックが画像間予測で参照する小ブロックで使われたフィルタ制御情報とに基づいて、当該入力画像の小ブロックに対して適応的にローパスフィルタ処理を施す際のフィルタ特性を決定するフィルタ特性決定手段と、

上記入力画像がフィルタ特性の非参照画像である場合には、当該入力画像の小ブロックが画像間予測で参照する過去参照画像における小ブロックで使われたフィルタ制御情報と未来参照画像における小ブロックで使われたフィルタ制御情報と時間的に近接する画像の空間的に同じ位置の小ブロックで使われたフィルタ制御情報とに基づいて、上記入力画像の小ブロックに対して適応的にローパスフィルタ処理を施す際のフィルタ特性を決定するフィルタ特性決定手段とを有することを特徴とする請求項1に記載の画像信号処理装置。

【請求項14】 上記フィルタ特性決定手段は、上記入力画像がフィルタ特性の参照画像である場合に、上記入力画像の小ブロックに使うローパスフィルタの帯域制限値と、当該入力画像の小ブロックが画像間予測で参照する小ブロックで使われたローパスフィルタの帯域制限値とを比較して比較値を求める比較手段と、上記比較値が予め決められた閾値より大きい時は当該比較値を上記閾値以内に抑えるように上記入力画像の小ブロックに使うローパスフィルタの帯域制限値を制御する制御手段と、

上記入力画像がフィルタ特性の非参照画像である場合に、上記入力画像の小ブロックが画像間予測で参照する過去参照画像における小ブロックで使われたローパスフィルタの帯域制限値と未来参照画像における小ブロックで使われたローパスフィルタの帯域制限値から、内挿補間によって当該入力画像の小ブロックのローパスフィルタの帯域制限値を得る内挿補間手段とを備えることを特徴とする請求項13に記載の画像信号処理装置。

【請求項15】 上記計算手段は、上記入力画像に対して予測符号化及び／又は直交変換符号化を施して係数データを生成する係数データ生成手段と、

上記係数データを一定の量子化ステップで量子化することにより上記小ブロック単位の発生符号量を求める発生符号量生成手段とを備え、

上記小ブロック単位で求めた発生符号量を上記符号化難易度とすることを特徴とする請求項13に記載の画像信号処理装置。

【請求項16】 上記計算手段は、上記入力画像の画像間の動きベクトルを上記小ブロック単位で検出して予測残差を求める予測残差生成手段を備え、上記小ブロック単位で求めた予測残差を上記符号化難易度とすることを特徴とする請求項13に記載の画像信号処理装置。

【請求項17】 上記フィルタ特性決定手段は、フレーム間予測で参照されるフレーム上において上記入力画像の小ブロックの動きベクトルにより参照される位置にある小ブロックに基づいて上記入力画像の小ブロックに対して適応的にローパスフィルタ処理を施す際のフィルタ特性を決定することを特徴とする請求項13に記載の画像信号処理装置。

【請求項18】 上記フィルタ特性決定手段は、フレーム間予測で参照されるフレーム上において上記入力画像の小ブロックの動きベクトルにより参照される位置にある小ブロックに基づいて上記入力画像の小ブロックに対して適応的にローパスフィルタ処理を施す際のフィルタ特性を決定することを特徴とする請求項14に記載の画像信号処理装置。

【請求項19】 上記フィルタ特性決定手段は、フレーム間予測で参照されるフレーム上において上記入力画像の小ブロックと同じ空間的位置にある小ブロックに基づいて上記入力画像の小ブロックに対して適応的にローパスフィルタ処理を施す際のフィルタ特性を決定することを特徴とする請求項13に記載の画像信号処理装置。

【請求項20】 上記フィルタ特性決定手段は、フレーム間予測で参照されるフレーム上において上記入力画像の小ブロックと同じ空間的位置にある小ブロックに基づいて上記入力画像の小ブロックに対して適応的にローパスフィルタ処理を施す際のフィルタ特性を決定することを特徴とする請求項14に記載の画像信号処理装置。

【請求項21】 上記ノイズ低減手段は、入力画像のエッジ成分を抽出するエッジ抽出手段と、入力画像の動きを検出する動き検出手段と、入力画像からブロック歪判定に必要なパラメータを算出するパラメータ算出手段と、上記エッジ抽出の結果、上記動き検出の結果、及び上記パラメータ演算の結果に基づいてブロック歪を判定するブロック歪判定手段と、

上記ブロック歪を低減するための補正値を算出する補正値算出手段と、

上記ブロック歪の判定結果に応じた上記補正値による補正を入力画像に対して施して出力する手段とを有することを特徴とする請求項1に記載の画像信号処理装置。

【請求項22】 上記ブロック歪判定手段からの判定結果に応じて、上記補正された信号と、上記入力画像とを切り換えて出力する切換選択手段を有することを特徴とする請求項1に記載の画像信号処理装置。

【請求項23】 上記フィルタ手段は、輝度信号及び色信号からなる入力画像にフィルタリング処理を施し、上記ノイズ低減手段では、上記輝度信号及び上記色信号の少なくとも一方に対して上記ノイズ低減処理を施すことを特徴とする請求項1に記載の画像信号処理装置。

【請求項24】 上記ノイズ低減手段は、入力画像の垂直方向、水平方向の少なくとも一方に対してノイズ低減

処理を行うことを特徴とする請求項1に記載の画像信号処理装置。

【請求項25】 入力画像を記録媒体に記録するとともに、記録媒体に記録された入力画像を再生する記録再生手段を備え、

上記記録再生手段は、圧縮符号化手段で圧縮符号化された入力画像を記録媒体に記録するとともに、記録媒体に記録された圧縮符号化された入力画像を再生することを特徴とする請求項1に記載の画像信号処理装置。

【請求項26】 上記圧縮符号化手段は、上記フィルタレベル検出手段で検出したフィルタレベルを入力画像に付加して入力画像の圧縮符号化を行い、上記記録再生手段は、上記圧縮符号化手段でフィルタレベルが付加された入力画像を記録媒体に記録することを特徴とする請求項25に記載の画像信号処理装置。

【請求項27】 上記フィルタ手段が行うフィルタリング処理のフィルタレベルを検出するフィルタレベル検出手段を備え、

上記フィルタレベル検出手段は、検出したフィルタレベルを上記ノイズ低減手段に供給し、上記ノイズ低減手段は、上記フィルタレベルに応じて上記復号手段で復号処理が施された入力画像のブロック歪を少なくとも低減する処理を行うことを特徴とする請求項1に記載の画像信号処理装置。

【請求項28】 上記フィルタレベル検出手段は、検出したフィルタレベルを上記画質補正手段に供給し、上記画質補正手段は、上記フィルタレベルに応じて復号処理が施された入力画像に画質補正処理を行うことを特徴とする請求項27に記載の画像信号処理装置。

【請求項29】 入力画像に圧縮符号化処理及び復号処理を施す画像信号処理方法において、
入力画像にフィルタリング処理を施し、
上記フィルタリング処理が施された画像にブロック符号化処理を施し、
上記ブロック符号化処理が施された画像に復号処理を施し、
上記復号処理が施された画像のブロック歪を少なくとも低減するノイズ低減処理を行うことを特徴とする画像信号処理方法。

【請求項30】 上記ノイズ低減処理が行われた画像に画質補正処理を行うことを特徴とする請求項29に記載の画像信号処理方法。

【請求項31】 画像の画面内におけるノイズを低減し、次に画面間で発生するノイズを低減することで上記ノイズ低減処理を行うことを特徴とする請求項29に記載の画像信号処理方法。

【請求項32】 上記フィルタリング処理を行うことで、上記復号処理を行うことで画像の輪郭部に生ずるモスキートノイズを少なくとも低減することを特徴とする請求項29に記載の画像信号処理方法。

【請求項33】 画像を少なくとも1画素からなる小ブロックに分割し、所定の方法により上記画像の小ブロックの符号化難易度を計算し、

上記画像の小ブロックの符号化難易度と、当該入力画像の小ブロックが画像間予測で参照する小ブロックで使われたフィルタ制御情報とに基づいて、上記入力画像の小ブロックに対して適応的にローパスフィルタ処理を施す際のフィルタ特性を決定することで上記フィルタリング処理を行うことを特徴とする請求項29に記載の画像信号処理方法。

【請求項34】 上記入力画像の小ブロックに使うローパスフィルタの帯域制限値と、当該入力画像の小ブロックが画像間予測で参照する小ブロックで使われたローパスフィルタの帯域制限値とを比較して比較値を求め、当該比較値が予め決められた閾値より大きい時は、当該比較値を上記閾値以内に抑えるように、上記入力画像の小ブロックに使うローパスフィルタの帯域制限値を制御することを特徴とする請求項33に記載の画像符号化方法。

【請求項35】 上記入力画像に対して予測符号化及び／又は直交変換符号化を施して係数データを生成し、当該係数データを一定の量子化ステップで量子化することにより上記小ブロック単位の発生符号量を求め、当該小ブロック単位で求めた発生符号量を上記符号化難易度とすることを特徴とする請求項33に記載の画像符号化方法。

【請求項36】 上記入力画像の画像間の動きベクトルを上記小ブロック単位で検出して予測残差を求め、当該小ブロック単位で求めた予測残差を上記符号化難易度とすることを特徴とする請求項34に記載の画像信号処理方法。

【請求項37】 上記入力画像の小ブロックが画像間予測で参照する小ブロックは、フレーム間予測で参照されるフレーム上において上記入力画像の小ブロックの動きベクトルにより参照される位置にある小ブロックであることを特徴とする請求項33に記載の画像信号処理方法。

【請求項38】 上記入力画像の小ブロックが画像間予測で参照する小ブロックは、フレーム間予測で参照されるフレーム上において上記入力画像の小ブロックの動きベクトルにより参照される位置にある小ブロックであることを特徴とする請求項34に記載の画像信号処理方法。

【請求項39】 上記入力画像の小ブロックが画像間予測で参照する小ブロックは、フレーム間予測で参照されるフレーム上において上記入力画像の小ブロックと同じ空間的位置にある小ブロックであることを特徴とする請求項33に記載の画像信号処理方法。

【請求項40】 上記入力画像の小ブロックが画像間予測で参照する小ブロックは、フレーム間予測で参照され

るフレーム上において上記入力画像の小ブロックと同じ空間的位置にある小ブロックであることを特徴とする請求項34に記載の画像信号処理方法。

【請求項41】 入力画像を所定の方法により、適応的にローパスフィルタ処理を施す際のフィルタ特性を決定する際に参照する参照画像と、適応的にローパスフィルタ処理を施す際のフィルタ特性を決定する際に参照しない非参照画像に分類し、

上記入力画像を少なくとも1画素からなる小ブロックに分割し、

上記入力画像がフィルタ特性の参照画像である場合は、所定の方法により計算した当該入力画像内の小ブロックの符号化難易度及び上記小ブロックに近接する同一画像内の小ブロックの符号化難易度と、上記入力画像の小ブロックが画像間予測で参照する小ブロックで使われたフィルタ制御情報に基づいて、上記入力画像の小ブロックに対して適応的にローパスフィルタ処理を施す際のフィルタ特性を決定し、

上記入力画像がフィルタ特性の非参照画像の場合は、上記入力画像の小ブロックが画像間予測で参照する過去参照画像における小ブロックのフィルタ制御情報と、未来参照画像における小ブロックのフィルタ制御情報とに基づいて、上記入力画像の小ブロックに対して適応的にローパスフィルタ処理を施す際のフィルタ特性を決定することで上記ノイズ低減処理を行うことを特徴とする請求項29に記載の画像信号処理方法。

【請求項42】 上記入力画像がフィルタ特性の参照画像である場合には、上記入力画像内の全小ブロックの符号化難易度を当該入力画像内で平滑化して算出した小ブロックのローパスフィルタの帯域制限値と、当該入力画像の小ブロックが画像間予測で参照する小ブロックで使われたローパスフィルタの帯域制限値とを比較して比較値を求め、当該比較値が予め決められた閾値より大きい時は、当該比較値を上記閾値以内に抑えるように、上記入力画像の小ブロックに使うローパスフィルタの帯域制限値を制御し、

上記入力画像がフィルタ特性の非参照画像である場合には、当該入力画像の小ブロックが画像間予測で参照する過去参照画像における小ブロックで使われたローパスフィルタの帯域制限値と未来参照画像における小ブロックで使われたローパスフィルタの帯域制限値から、所定の方法で内挿補間によって上記入力画像の小ブロックに使うローパスフィルタの帯域制限値を計算し、当該帯域制限値と当該入力画像に時間的に近接する画像の空間的に同じ位置の小ブロックで使われたローパスフィルタの帯域制限値とを比較して比較値を求め、当該比較値が予め決められた閾値より大きい時は、当該比較値を上記閾値以内に抑えるように、上記入力画像の小ブロックに使うローパスフィルタの帯域制限値を制御することを特徴とする請求項41に記載の画像信号処理方法。

【請求項43】 上記参照画像に対して予測符号化及び／又は直交変換符号化を施して係数データを生成し、当該係数データを一定の量子化ステップで量子化することにより上記小ブロック単位の発生符号量を求め、当該小ブロック単位で求めた発生符号量を上記符号化難易度とすることを特徴とする請求項41に記載の画像信号処理方法。

【請求項44】 上記参照画像の画像間の動きベクトルを上記小ブロック単位で検出して予測残差を求め、当該小ブロック単位で求めた予測残差を上記符号化難易度とすることを特徴とする請求項41に記載の画像信号処理方法。

【請求項45】 上記入力画像の小ブロックが画像間予測で参照する小ブロックは、フレーム間予測で参照されるフレーム上において上記入力画像の小ブロックの動きベクトルにより参照される位置にある小ブロックであることを特徴とする請求項41に記載の画像信号処理方法。

【請求項46】 上記入力画像の小ブロックが画像間予測で参照する小ブロックは、フレーム間予測で参照されるフレーム上において上記入力画像の小ブロックの動きベクトルにより参照される位置にある小ブロックであることを特徴とする請求項42に記載の画像信号処理方法。

【請求項47】 上記入力画像の小ブロックが画像間予測で参照する小ブロックは、フレーム間予測で参照されるフレーム上において上記入力画像の小ブロックと同じ空間的位置にある小ブロックであることを特徴とする請求項41に記載の画像信号処理方法。

【請求項48】 上記入力画像の小ブロックが画像間予測で参照する小ブロックは、フレーム間予測で参照されるフレーム上において上記入力画像の小ブロックと同じ空間的位置にある小ブロックであることを特徴とする請求項42に記載の画像信号処理方法。

【請求項49】 上記決定されたフィルタ特性でローパスフィルタ処理された画像信号に対し、符号化処理を施すことを特徴とする請求項41に記載の画像信号処理方法。

【請求項50】 入力画像のエッジ成分を抽出し、上記入力画像の動きを検出し、上記入力画像からブロック歪判定に必要なパラメータを演算し、上記エッジ抽出の結果、上記動き検出の結果、及び上記パラメータ演算の結果に基づいてブロック歪を判定し、上記ブロック歪を低減するための補正値を算出し、上記ブロック歪の判定結果に応じた上記補正値による補正を上記入力画像に対して施して出力することで上記ノイズ低減処理を行うことを特徴とする請求項29に記載の画像信号処理方法。

【請求項51】 上記ブロック歪を判定するときには、

ブロック歪の複数段階の強さを判定し、判定された強さに応じた補正量で補正を行わせることを特徴とする請求項50に記載の画像信号処理方法。

【請求項52】 上記入力画像が輝度信号及び色信号からなり、上記輝度信号及び上記色信号の少なくとも一方に対して上記ノイズ低減処理を施すことを特徴とする請求項29に記載の画像信号処理方法。

【請求項53】 上記ノイズ低減処理は、画像の垂直方向、水平方向の少なくとも一方に対してノイズ低減処理を行うことを特徴とする請求項29に記載の画像信号処理方法。

【請求項54】 上記符号化処理された入力画像を記録媒体に記録し、記録媒体に記録された圧縮符号化された入力画像を再生することを特徴とする請求項29に記載の画像信号処理方法。

【請求項55】 上記フィルタリング処理におけるフィルタレベルを検出し、フィルタレベルに応じて復号処理を行い、復号処理が施された入力画像のブロック歪を少なくとも低減する処理を行うことを特徴とする請求項29に記載の画像信号処理方法。

【請求項56】 上記フィルタリング処理におけるフィルタレベルを検出し、検出したフィルタレベルに応じて復号処理が施された入力画像に画質補正処理を行うことを特徴とする請求項55に記載の画像信号処理方法。

【請求項57】 検出したフィルタレベルを入力画像に付加して画像の圧縮符号化を行い、フィルタレベルが付加された画像を記録媒体に記録することを特徴とする請求項55に記載の画像信号処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、動画画像信号及び静止画像信号を、例えば光ディスクや磁気テープ等の記録媒体に記録再生したり、テレビ会議システム、テレビ電話システムや放送機器等、動画画像信号及び静止画像信号を転送路を介して送信側から受信側に伝送する場合等に用いて好適な画像信号処理装置及び画像信号処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、静止画データや動画データ等を効率よく圧縮符号化するための符号化方式として、ブロックDCT（離散コサイン変換）符号化等のブロック符号化が知られている。

【0003】 このように符号化による画像データ等の圧縮／伸張の際には、リングングノイズ（モスキートノイズ）やブロック歪が発生することがあり、圧縮率が高くなるほどノイズを発生させ易い。また、このノイズは、入力される画像データが複雑であるほど生じさせ易い。この結果、圧縮／伸張された画像データが示す画像に

は、ノイズによる劣化が生ずるという不都合が生ずる。

【0004】 このような圧縮／伸張の際に生ずる画像データのノイズによる画像劣化を少なくするために、従来では、例えばLPF（ローパスフィルタ）等のプリフィルタを使用し、符号化を行う前の入力画像を示す画像データに対してフィルタリング処理を施すことが多い。

【0005】 図44は、上記プリフィルタを使用する従来の動画画像信号の符号化装置の一例である。

【0006】 図44に示す符号化装置では、端子201から入力されるデジタル動画画像信号は、プリフィルタ回路202でフィルタリング処理される。このフィルタリング処理がなされた処理画像信号S211は、符号化回路205へ入力される。

【0007】 符号化回路205は、動き補償フレーム間予測とDCT等の変換符号化を組み合わせたハイブリッド符号化方法を用いてデジタル動画画像信号に符号化処理を施すものである。すなわち、符号化回路205は、入力信号S211に対してフレーム間／内適応予測を施し、演算器206にて予測誤差信号DCTを施す。そして、量子化器208にて、上記計算されたDCT係数を量子化し、符号化出力信号S215を端子220から出力する。ここで、量子化器208は、出力信号S215のビットレートが一定となるような量子化ステップサイズを決定している。

【0008】 一方、出力信号S215は、逆量子化器209にて逆量子化された後、逆DCT器210にて逆DCT処理され予測誤差信号が復元され、さらに演算器211にて当該予測誤差信号に予測画像信号が加算されて局部復号がなされる。この加算により得られた復号画像信号S213がフレームメモリ212へ記憶される。

【0009】 一般に、符号化回路205では、入力動画画像の絵柄が複雑だったり、動きが大きい程、フレーム間差分信号S212が大きくなる。このとき、符号化の発生情報量を定められたビットレートに抑えるために、量子化器208にて粗い量子化を用いると、視覚上目立つブロック歪が発生し、主観画像が劣化する。

【0010】 そこで、図44に示した符号化装置では、入力画像のフレーム間差分信号の大きさがフレーム間予測符号化の発生符号量に影響を与えることを考慮して、入力画像のフレーム間差分信号の大きさに応じて、入力画像に対するプリフィルタのローパス通過帯域を制限している。これにより、予測誤差信号のエネルギーが減衰され、粗い量子化を防ぐことができるので、主観画像を向上させることができる。

【0011】 つぎに、この符号化装置における可変プリフィルタ制御方法について説明する。

【0012】 演算器204では、端子201から入力される画像信号S210とフレームメモリ212から入力される画像信号S214とのフレーム間差分rが計算される。ここで、画像信号S214は、入力画像信号S2

10のフレーム間予測で参照される信号である。フレーム間差分 r は、プリフィルタ制御部203へ入力され、このプリフィルタ処理部203では、上記フレーム間差分 r の大きさに応じてプリフィルタのローパス通過帯域を制御するためのパラメータとしてプリフィルタ係数 k を生成出力する。当該プリフィルタ202は、図45の2次元ローパスフィルタ特性を持ち、ローパス通過帯域は、上記プリフィルタ係数 k に対して単調増加である。図46には、フレーム間差分 r とプリフィルタ係数 k の関係を示す。このように、プリフィルタ制御部203では、上記関係により、入力画像のフレーム間差分信号の大きさに応じてプリフィルタのローパス特性を制御している。

【0013】また、復号後に、モスキートノイズ及びブロック歪を低減する手法としては、画像の局所統計量と符号化情報をもとにブロックレベルのマクロな特性と画素レベルのミクロな特性から画素単位の雑音量の予測を行い、適応フィルタリングにより雑音の成分を除去する方式を採用したものがある。

【0014】また、ブロック歪又はモスキートノイズを低減する手法としては、上述の手法の他に、画像信号を復号して出力するとき、復号後の画像信号にフィルタリングを行うポストフィルタ処理を行う手法がある。

【0015】
【発明が解決しようとする課題】ところで、上述した符号化前のプリフィルタ処理により、モスキートノイズを抑制できるものの、特に動きが激しい絵柄の画像においては、ブロック歪を効果的に除去できないばかりか、プリフィルタ処理により高周波成分が低減され、プリフィルタ処理を施した画像について復号処理を行うと、ブロック歪のみが目につくといった問題点がある。

【0016】また一方で、後者の復号処理後のポストフィルタ処理は、符号化側での処理を行わないため符号化後の符号化効率に変化はなく、特に動きが激しく、動きの予測が困難な入力画像に対して、画面全体に渡って量子化が粗くなり、復号後の総合的な画質を低下させる、という問題点がある。

【0017】すなわち、従来の画像符号化／復号装置では、符号化前のプリフィルタ処理と復号後のポストフィルタ処理が独立に行われており、効果的なノイズ除去を行うことができないという欠点がある。

【0018】そこで、本発明は、上述したような実情に鑑みて提案されたものであり、入力された動画像または静止画像を符号化または復号するときに生ずるモスキートノイズを抑制するとともにブロック歪を抑制する画像信号処理装置及び画像信号処理方法を提供することを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】上述の課題を解決する本発明に係る画像処理装置は、画像に圧縮符号化処理及び

復号処理を施す画像信号処理装置において、画像にフィルタリング処理を施すフィルタ手段と、画像にブロック符号化処理を施す圧縮符号化手段と、圧縮符号化手段で圧縮符号化された画像に復号処理を施す復号手段と、復号手段で復号処理が施された画像のブロック歪を少なくとも低減する処理を行うノイズ低減手段とを備えることを特徴とするものである。

【0020】このような画像信号処理装置によれば、入力された画像に対して圧縮符号化手段を通過させる前にフィルタ手段でフィルタリング処理を行い、復号手段で復号された画像のブロック歪をノイズ低減手段で低減する処理を行う。

【0021】また、本発明に係る画像処理方法は、入力画像にフィルタリング処理を施し、フィルタリング処理が施された入力画像にブロック符号化処理を施し、ブロック符号化処理が施された入力画像に復号処理を施し、復号処理が施された入力画像のブロック歪を少なくとも低減するノイズ低減処理を行うことを特徴とする。

【0022】このような画像信号方法によれば、入力された画像に対して圧縮符号化を行う前にフィルタリング処理を行い、復号された後に画像のブロック歪を低減する処理を行う。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

【0024】本発明に係る画像信号処理装置及び画像信号処理方法は、図1に示す光ディスク記録再生装置1に適用される。

【0025】この図1に示す光ディスク記録再生装置1の記録系は、入力端子2から画像信号が入力されるA/D変換回路3と、A/D変換回路3から画像データが入力されるNTSC (National Television System Committee) デコーダ4と、NTSCデコーダ4から画像データが入力されるMPEG (Moving Picture Experts Group) エンコーダ5と、MPEGエンコーダ5から画像データが入力されるECCエンコーダ6と、ECC (Error Correction Codes) エンコーダ6から画像データが入力される8-14変調回路7と、8-14変調回路7から画像データが入力されるRFアンプ8とで構成されている。

【0026】A/D変換回路3は、入力端子2からのNTSC方式の画像信号が入力されて、A/D変換処理を施す。このA/D変換回路3は、A/D変換処理を施すことで、アナログ方式の画像信号をディジタル方式の画像データとする。そして、このA/D変換回路3は、画像データをNTSCデコーダ4に出力する。

【0027】NTSCデコーダ4には、A/D変換回路3からのNTSC方式の画像データが入力される。このNTSCデコーダ4は、NTSC方式で圧縮符号化された画像データにデコード処理を施す。このNTSCデコ

ータ4は、デコード処理を施すことで、画像データを伸張する。そして、このNTSCデコーダ4は、画像データをMPEGエンコーダ5に出力する。

【0028】MPEGエンコーダ5は、NTSCデコーダ4からの画像データにブロックDCT (Discrete Cosine Transform: 離散コサイン変換) 符号化処理を施す。このMPEGエンコーダ5は、画像データに符号化処理を施すことで、MPEG方式の画像データとする。このとき、MPEGエンコーダ5では、例えば量子化スケール等の符号化情報を画像データに付加してビットストリームとする。

【0029】また、このMPEGエンコーダ5には、詳細な構成を後述するプリフィルタを備えている。このMPEGエンコーダ5は、プリフィルタにより、フィルタリング処理を行うことで、圧縮符号化された画像データに生ずるブロック歪や、モスキートノイズを低減させる。そして、このMPEGエンコーダ5は、画像データをECCエンコーダ6に出力する。

【0030】ECCエンコーダ6は、MPEGエンコーダ5からのビットストリームにエラーコレクションを付加する。そして、このECCエンコーダ6は、このビットストリームを8-14変調回路7に出力する。

【0031】8-14変調回路7は、ECCエンコーダ6からのビットストリームに8-14変調等の信号処理を施す。この8-14変調回路7は、8-14変調等を施したビットストリームをRFアンプ8に出力する。

【0032】RFアンプ8は、8-14変調回路7からのビットストリームに増幅処理を施して、光ピックアップ9に出力する。

【0033】そして、この光ディスク記録再生装置1の記録系は、光ディスクDに光ピックアップ9を介して画像を示すビットストリームを記録する。

【0034】また、光ディスク記録再生装置1の再生系は、光ディスクDに記録された画像データを光ピックアップ9を介して入力されるRFアンプ10と、RFアンプ10から画像データが入力される8-14復調回路11と、8-14復調回路11から画像データが入力されるECCデコーダ12と、ECCデコーダ12から画像データが入力されるMPEGデコーダ13と、MPEGデコーダ13から画像データが入力されるノイズ低減回路14と、ノイズ低減回路14からノイズが抑制された画像データが入力される画質補正回路15と、画質補正回路15から画像補正がなされた画像データが入力されるNTSCエンコーダ16と、NTSCエンコーダ16からNTSC方式の画像データが入力されるD/A変換回路17とで構成されている。

【0035】RFアンプ10は、光ピックアップ9で検出した光ディスクDからの画像データに増幅処理を施す。このRFアンプ10は、増幅処理を施した画像データを8-14復調回路11に出力する。

【0036】8-14復調回路11は、RFアンプ10からの画像データに8-14復調処理を施す。この8-14復調回路11は、復調処理を施した画像データをECCデコーダ12に出力する。

【0037】ECCデコーダ12は、8-14復調回路11からの画像データにデコード処理を施すことで、上述のECCエンコーダ6で付加したエラーコレクションの処理を行う。そして、このECCデコーダ12は、デコード処理を施した画像データをMPEGデコーダ13に出力する。

【0038】MPEGデコーダ13は、ECCデコーダ12からのMPEG方式の画像データにデコード処理を施す。このMPEGデコーダ13は、デコード処理を施した画像データをノイズ低減回路14に出力する。

【0039】ノイズ低減回路14は、詳細な構成を後述が、フィルタリング処理を行うことで、MPEGデコーダ13からの画像データに対してノイズ低減処理を施す。このノイズ低減回路14は、ノイズ低減処理を施すことで、MPEGデコーダ13でデコード処理を行ったことで生じたモスキートノイズやブロック歪を低減する。また、このノイズ低減回路14は、後述する制御回路19と接続されており、この制御回路19からの制御信号に応じて制御動作する。そして、このノイズ低減回路14では、ノイズ低減処理を施した画像データを画質補正回路15に出力する。

【0040】画質補正回路15は、ノイズ低減回路14からの画像データに画質補正処理を施す。この画質補正回路15は、画質補正処理として例えば輪郭補正処理等を行う。また、この画質補正回路15は、後述する制御回路19と接続されており、この制御回路19からの制御信号に応じて制御動作される。そして、この画質補正回路15は、画質補正処理を施した画像データをNTSCエンコーダ16に出力する。

【0041】NTSCエンコーダ16は、画質補正回路15からの画像データにエンコード処理を施す。このNTSCエンコーダ16は、エンコード処理を施すことで、画像データをNTSC方式で圧縮符号化された画像データとする。そして、このNTSCエンコーダ16は、圧縮符号化された画像データをD/A変換回路17に出力する。

【0042】D/A変換回路17は、NTSCエンコーダ16からのNTSC方式の画像データにD/A変換処理を施す。このD/A変換回路17は、D/A変換処理を施すことで、アナログ方式のNTSC方式の画像信号とする。そして、このD/A変換回路17は、D/A変換処理を施した画像信号を出力端子18に出力する。

【0043】さらに、この光ディスク記録再生装置1の再生系には、上述のノイズ低減回路14及び画質補正回路15に制御信号を供給する制御回路19と、例えばユーザにより操作されて制御回路19に入力信号を供給す

る操作入力部20とが備えられている。

【0044】制御回路19は、例えばマイクロコンピュータ等で構成され、上述のノイズ低減回路14または画質補正回路15に制御信号を供給する。この制御回路19は、操作入力部20からの入力信号に応じて例えばブロック歪を低減を行うための制御信号をノイズ低減回路14に供給する。また、この制御回路19は、画質補正を行うか否かを示す制御信号や、画質補正の程度を示す制御信号を画質補正回路15に供給する。

【0045】操作入力部20は、例えばユーザ等がブロック歪低減のオン/オフの制御を行うときに選択的に例えばスイッチ等が押圧されることで入力信号を生成出力する。また、この操作入力部20は、画質補正の程度をユーザが制御することができるスイッチ等も設けられており、ユーザが選択的にスイッチを押圧することで入力信号を生成出力する。

【0046】つぎに、上述したプリフィルタを備えるMPEGエンコーダ5の構成の一例について説明する。

$$Ef = \sum |A_{ij} - F_{ij}|$$

動きベクトル検出回路25は、上記Efの値が最小となる動きベクトルを動きベクトル信号MVとして出力する。

【0050】画像データS23と動きベクトル信号MVは、符号化難易度測定回路27へ入力され、ここで入力画像の小ブロック毎に、その符号化難易度d(d_{current})が計算される。この第1の構成例での符号化難易度dは、後述する動画像符号化回路24での発生符号量を定められたビットレートに圧縮する時の難易度を表すパラメータである。符号化難易度測定回路27の具体的な構成例については、後述する。

【0051】次に、プリフィルタ制御回路28へは、上述のように求めた現在の符号化対象の小ブロックの符号化難易度dが入力される。

【0052】また、プリフィルタ制御情報記憶回路26には、過去に入力された小ブロックで使われたプリフィルタ係数が記憶されている。ここで、このプリフィルタ制御情報記憶回路26には、現在の小ブロックのフレーム上での位置を表すブロックアドレスmb_{address}と現在の小ブロックの動きベクトル信号MVとが入力され、それらに基づいて、このプリフィルタ制御情報記憶回路26では、現在の小ブロックがフレーム間予測で参照する小ブロックで使用されたローパスプリフィルタの通過帯域制限を指定するパラメータとしてのフィルタ係数k_{ref}を読み出す。このフィルタ係数k_{ref}は、プリフィルタ制御回路28へ入力される。なお、上記フィルタ係数k_{ref}を読み出す場合には、ブロックアドレスmb_{address}だけを使用して、フレーム間予測で参照するフレーム上の同じブロックアドレスmb_{address}の位置にある小ブロックで使用されたローパスプリフィルタの通過帯域制限を指定するパラメータを上記フィルタ係数k_{ref}とし

【0047】図2に示す第1の構成例のMPEGエンコーダ5において、入力端子21から入力されるデジタル動画像信号S30は、フレームメモリ群22に送られ、記憶される。

【0048】このフレームメモリ群22に記憶された画像データS23を用いて、動きベクトル検出回路25は、フレーム間の動きベクトルを検出する。具体的に言うと、動きベクトル検出回路25では、フレームを小ブロックに分割し、この小ブロック単位に動きベクトルMVを計算する。ここで、小ブロックは例えば16画素×16ラインで構成されており、動きベクトル検出は例えば参照フレームと現在の小ブロックとのパターンマッチングで行う。すなわち、式(1)に示すように、現在の小ブロックの信号A_{ij}と、任意の動きベクトルにより参照される小ブロックの信号F_{ij}の差の絶対値の和Efを求める。

【0049】

$$(i=0\sim 15, j=0\sim 15) \quad (1)$$

て読み出すようにしても良い。この場合は、プリフィルタ制御情報記憶回路26へ動きベクトル信号MVを入力する必要はない。

【0053】プリフィルタ制御回路28は、上記符号化難易度dとフィルタ係数k_{ref}が入力されると、これらに基づいて、現在の小ブロックに使用するローパスプリフィルタの通過帯域制限を指定するパラメータとしてのフィルタ係数k_{current}を生成出力し、これをプリフィルタ23へ入力する。ここで、当該プリフィルタ23の特性は、図46に示すような特性とする。従って、ここでは、フィルタ係数k_{current}が小さいほど、通過帯域の狭いローパスフィルタ特性とする。

【0054】なお、プリフィルタ23の特性は、図46に示した特性のローパスフィルタに限らず、これ以外の特性をもつローパスフィルタであってもよい。

【0055】プリフィルタ制御回路28で計算されたフィルタ係数k_{current}は、また、プリフィルタ制御情報記憶回路26へ入力されて記憶され、これが未来に入力される小ブロックに使うプリフィルタ係数を決定する時の参照値(フィルタ係数k_{ref})として利用されることになる。

【0056】フィルタ係数k_{current}の計算方法の例について以下に説明する。ここでは、図3に示すように入力動画像の入力順にNフレーム毎(N≥1)のグループを作り、このグループを処理の1単位としている。以下、図4のフローチャートを用いて、プリフィルタ係数の制御について説明する。

【0057】図4に示すフローチャートにおいて、先ず、ステップST11では、現在の符号化対象のフレームを含むNフレーム間でのフィルタの制御を開始する。

【0058】ステップST12では、そのNフレーム間

での符号化難易度の平均値 d_{ave} を計算し、次のステップST13では、そのNフレーム間でのプリフィルタ係数の代表値 k_{gop} を計算する。プリフィルタ係数の代表値 k_{gop} は、Nフレーム間での符号化難易度の平均値 d_{ave} に対して、代表的な（平均的な）プリフィルタ係数への対応が、予め経験的に決められている。ここでは、図46で示すように、符号化難易度が大きいほど、通過帯域の狭いローパスフィルタ特性を対応付けておく（すなわち k_{gop} が小さくなる）。上記符号化難易度の平均値 d_{ave} とプリフィルタ係数の代表値 k_{gop} の対応関係は、例えば図5に示すようになる。

【0059】次に、ステップST14では、1フレーム内でのフィルタの制御を開始する。

【0060】まず、ステップST15では、現在の符号化対象の小ブロックの符号化難易度 d （以下 $d_{current}$ とする）を読み込み、ステップST16では、図3に示すように現在の小ブロックがフレーム間予測で参照する小ブロックで使用されたローパスプリフィルタ係数 k_{ref} を読み込む。

【0061】次に、ステップST17では、上記符号化難易度 $d_{current}$ とローパスプリフィルタ係数 k_{ref} から現在の小ブロックで使用するローパスプリフィルタ係数 $k_{current}$ を計算する。

【0062】上記ローパスプリフィルタ係数 $k_{current}$ の計算例を図6に示す。この図6に示す計算例では、まず、式(a)のように、上記 $d_{current}$ と k_{gop} とから統計的に $k_{current}$ を仮に計算するが、ここでは、上記 $d_{current}$ が上記 d_{ave} より大きければ、上記 $k_{current}$ は上記 k_{gop} よりも小さくなり（すなわち通過帯域の狭いローパスフィルタ特性となり）、逆に、上記 $d_{current}$ が上記 d_{ave} より小さければ、上記 $k_{current}$ は上記 k_{gop} よりも大きくなる（すなわち通過帯域の広いローパスフィルタ特性となる）。上記符号化難易度 $d_{current}$ と上記ローパスプリフィルタ係数 $k_{current}$ との対応関係は、例えば図7に示すようになる。この図6に示す計算例では、次に、条件(b)及び条件(c)のように、上記ローパスプリフィルタ係数 $k_{current}$ と現在の小ブロックがフレーム間予測で参照する小ブロックで使用されたローパスプリフィルタ係数 k_{ref} とを比較する。そして、上記 $k_{current}$ と k_{ref} の変化が、予め決めた閾値より大きい時は、その変化を抑えるように制御する。具体的には、図6に示す計算例では、条件(b)のように、上記 $k_{current}$ が k_{ref} のA倍 ($A > 1$) より大きい時は、当該 $k_{current}$ をA倍の k_{ref} へ変更する。また、条件(c)のように、上記 $k_{current}$ が上記 k_{ref} のB倍 ($B < 1$) より小さい時は、上記 $k_{current}$ をB倍の k_{ref} へ変更する。以上のようにして、現在の小ブロックで使用するローパスプリフィルタ係数 $k_{current}$ を計算する。

【0063】図4のフローチャートに戻って、上述した

ステップST17の次のステップST18では、現在の小ブロックがフレーム内の最後のブロックであるか否かの判定をする。このステップST18の判定において、現在の小ブロックがフレーム内の最後のブロックでないと判定した場合は、ステップST15へ戻る。一方、このステップST18の判定において、現在の小ブロックがフレーム内の最後のブロックであると判定した場合は、ステップST19へ進む。

【0064】ステップST19では、現在のフレームがNフレームからなるグループの最後のフレームであるか否かの判定をする。このステップST19の判定において、現在のフレームがNフレームからなるグループの最後のフレームでないと判定した場合はステップST14へ戻り、一方、現在のフレームがNフレームからなるグループの最後のフレームであると判定した場合はステップST20に進む。

【0065】このステップST49にて、Nフレームからなるグループでのフィルタの制御を終了する。

【0066】以上のようにして、プリフィルタ制御回路28は、プリフィルタ係数 $k_{current}$ を決定する。

【0067】なお、図4のフローチャートにおけるステップST16、ST17において、上記フィルタ係数 k_{ref} を使用する代わりに、現在の小ブロックがフレーム間予測で参照する小ブロックの符号化難易度 d_{ref} を使用しても良い。

【0068】この場合のプリフィルタ係数 $k_{current}$ の計算方法の例について、図8に示すフローチャートを用いて説明する。この図8のフローチャートにおいて前述の図4のフローチャートとの違いは、ステップST26とステップST27であり、それぞれ図4ではステップST16とステップST17に対応する。なお、この図8におけるステップST21からステップST25までは、図4におけるステップST11からステップST15の場合と同じであり、図8のステップST28以降も図4のステップST18以降と同じであるので、それらのステップの説明は省略する。

【0069】この図8のフローチャートにおいて、ステップST26では、図3に示したように現在の小ブロックがフレーム間予測で参照する小ブロックの符号化難易度 d_{ref} を読み込む。

【0070】次にステップST27では、現在の符号化対象の小ブロックの符号化難易度 $d_{current}$ と上記符号化難易度 d_{ref} から現在の小ブロックで使用するローパスプリフィルタ係数 $k_{current}$ を計算する。

【0071】図9には、当該ローパスプリフィルタ係数 $k_{current}$ の計算例を示す。この図9に示す計算例では、条件(d)と条件(e)のように、上記現在の符号化対象の小ブロックの符号化難易度 $d_{current}$ と現在の小ブロックがフレーム間予測で参照する小ブロックで使用された符号化難易度 d_{ref} とを比較する。そして、 d_{cur}

rentと d_{ref} の変化が、予め決めた閾値より大きい時は、その変化を抑えるように制御する。具体的には、条件(d)のように、上記 $d_{current}$ が上記 d_{ref} のC倍($C > 1$)より大きい時は、当該 $d_{current}$ をC倍の d_{ref} へ変更する。また、条件(e)のように、上記 $d_{current}$ が上記 d_{ref} のD倍($D < 1$)より小さい時は、当該 $d_{current}$ をD倍の d_{ref} へ変更する。以上のようにして、現在の小ブロックで使用する符号化難易度 $d_{current}$ を検査する。次に、図9の式(f)のように、上記 $d_{current}$ と k_{gop} とから統計的に $k_{current}$ を仮に計算する。

【0072】上述した図9のフローチャートの場合、図2のプリフィルタ制御情報記憶回路26には、過去に計算された小ブロックの符号化難易度 d_{ref} が記憶されていて、現在の小ブロックのブロックアドレス $mb_address$ と動きベクトル信号MVからフレーム間予測で参照する小ブロックの符号化難易度 d_{ref} を読み出す。

【0073】なお、この時、前述したように、上記符号化難易度 d_{ref} を読み出す場合に、ブロックアドレス $mb_address$ だけを使用して、フレーム間予測で参照するフレーム上の同じブロックアドレス $mb_address$ の位置にある小ブロックで使用されたローパスプリフィルタの通過帯域制限を指定するパラメータをフィルタ係数 d_{ref} として読み出しても良い。この場合は、プリフィルタ制御情報記憶回路26へ動きベクトル信号MVを入力する必要がない。

【0074】図2に戻って、プリフィルタ23は、現在の小ブロックに対して、プリフィルタ係数 $k_{current}$ で指定されるローパスフィルタ処理を施して、処理画像信号S22を出力する。

【0075】当該処理画像信号S22とその動きベクトル信号MVは、動画像符号化回路24へ入力され、ここで所定のフレーム間予測符号化処理が施され、符号化ビットストリームS24として出力端子29から出力される。

【0076】図10は、図2の動画像符号化回路24の構成例を示したものである。なお、この図10には、動画像符号化回路24の具体例として、例えばいわゆるMPEG方式のような動き補償フレーム間予測とDCTとを組み合わせたハイブリッド符号化を行うものを示している。

【0077】この図10において、入力端子30には前記動きベクトル検出回路25から入力される動きベクトル信号MVが供給される。一方、入力端子31からは、当該動画像符号化回路(ハイブリッド符号化器)24への入力動画像信号S65が供給される。

【0078】また、当該動画像符号化回路24の動き補償フレーム間/内予測回路32は、画像メモリを備え、上記入力端子30からの動きベクトル信号MVに基づいて当該画像メモリから読み出した予測画像信号S68を

出力する。

【0079】演算器33は、上記入力端子31からの入力動画像信号S65を加算信号とし、上記動き補償フレーム間/内予測回路32からの上記予測画像信号S68を減算信号として加算処理を行うことにより、上記入力動画像信号S65と予測画像信号S68の差分を計算し、当該差分を予測残差信号S66として出力する。なお、シーンチェンジがあった時は予測を行わず、入力動画像信号S65がそのまま取り出される。

【0080】次に、予測残差信号S66(予測を行わない時は原信号)は、DCT回路34に送られる。このDCT回路34では上記予測残差信号S66に対して2次元DCTを施す。このDCT回路34から出力されたDCT係数は、量子化回路35にてスカラー量子化される。この量子化回路35の量子化出力信号は、可変長符号化(VLC)回路36と逆量子化回路37とに送られる。VLC回路36では、上記量子化出力信号に対して例えばハフマン符号化を施す。このVLC回路36の出力信号はバッファメモリ38に送られる。当該バッファメモリ38では出力端子31から伝送路に出力するデータ列のビットレートを平滑化する。また、当該バッファメモリ38がオーバーフローしそうな時には、そのことを量子化制御情報として量子化回路35にフィードバックする。このとき、量子化回路35では量子化ステップを大きくし、これにより量子化回路35から出力される情報量が小さくされる。

【0081】一方、逆量子化回路37では、量子化回路35より供給される量子化ステップ情報 q_step に対応して、上記量子化出力信号に逆量子化処理を施す。当該逆量子化回路37の出力は、逆DCT回路39に入力され、ここで逆DCT処理されて復号された予測残差信号S67が、演算器40へ入力される。

【0082】また、この演算器40には、演算器33に供給されている予測画像信号S68と同一の信号が供給されている。演算器40は、上記予測残差信号S67に予測画像信号S68を加算する。これにより、局所復号した画像信号が得られる。この画像信号は、受信側での出力画像と同じ信号である。

【0083】次に、図11には、図2の符号化難易度測定回路27の構成例を示す。この図11の構成は、基本的には図10で説明した動画像符号化回路24と同じであり、異なる点は、量子化回路41で固定の量子化スケールが使用される点と、VLC回路36からの発生符号量についてバッファメモリの占有量の管理をしない点である。すなわち、VLC回路36からの発生符号量は、カウンタ42にて、小ブロック毎にビット量が数えあげられ、符号化難易度 d が出力端子43から出力される。

【0084】以上のような構成の動画像符号化回路24では、入力動画像信号S30の現在の符号化対象となっているフレームを、少なくとも1画素からなる小ブロッ

クに分割し、この小ブロック単位に符号化難易度（動画像符号化装置の発生符号量を定められたビットレートに圧縮する時の難易度を表すパラメータ）を計算し、当該現在の符号化対象の小ブロックに対してローパスプリフィルタ処理を施す場合に、現在の小ブロックの符号化難易度と現在の小ブロックがフレーム間予測で参照する小ブロックで使われたプリフィルタ制御情報とに基づいて適応的にローパスプリフィルタの特性を決定し、この特性によりローパスプリフィルタ処理した動画像信号に対して符号化処理を施す。

【0085】すなわち、本発明の第1の構成例の動画像符号化回路24では、フレーム間予測符号化を施す動画像信号に対するプリフィルタ処理の際のフィルタ特性を決定する場合に、現在の符号化対象の小ブロックの符号化難易度とともに、フレーム間予測で参照される小ブロックで使われたプリフィルタ制御情報を合わせて考慮している。

【0086】具体的には、先ず第1段階として、視覚特性を考慮して、局所的に速い動きや複雑な絵柄であって符号化難易度の大きい部分では、通過帯域の比較的狭いローパスフィルタを選択し、一方、遅い動きや平坦な絵柄であって符号化難易度の小さい部分では、通過帯域の比較的広いローパスフィルタを選択するようにしている。次に第2段階として、現在の符号化対象の小ブロックがフレーム間予測で参照する小ブロックで使われたプリフィルタ制御情報を考慮して、フレーム間予測符号化効率が低下しないように、第1段階で選択されたフィルタ特性を修正して、最終的に現在の符号化対象の小ブロックに対するプリフィルタ特性を決定するようにしている。これにより、ローパスプリフィルタ処理された動画像は、符号化画質の主観的印象が良く、かつ符号化効率の良いものとなる。

【0087】次に、MPEGエンコーダ5の第2の構成例の動画像符号化装置を図12に示す。

【0088】この図12に示す第2の構成例において、上述した第1の構成例の動画像符号化回路24との大きな違いは、プリフィルタ制御回路28に入力する符号化難易度 d ($d_{current}$)として、動きベクトル検出回路44から出力される予測残差、すなわち前述の式(1)で計算される、現在のブロックの信号 A_{ij} と任意の動きベクトルにより参照されるブロックの信号 F_{ij} の差の絶対値の和 E_f を用いている点である。なお、以下に説明する第2の構成例については、MPEGエンコーダ5と同一部分については同一符号を符することでその説明を省略する。

【0089】この図12において、入力端子21から入力されるデジタル動画像信号 $S100$ は、フレームメモリ群22に送られ、記憶される。このフレームメモリ群22に記憶された画像データ $S103$ を用いて、動きベクトル検出回路44は、フレーム間の動きベクトルを

前記第1の構成例で説明したように検出する。そして、動きベクトル検出回路44は、入力画像の小ブロック毎に動きベクトル信号 MV と上述の式(1)から計算される予測残差 E_f を計算する。当該予測残差 E_f は、その小ブロックの符号化難易度 d として、動きベクトル検出回路44から出力される。

【0090】プリフィルタ制御回路28へは、現在の符号化対象の小ブロックの符号化難易度 d が入力される。また、プリフィルタ制御情報記憶回路26には、過去に入力された小ブロックで使われたプリフィルタ係数が記憶されている。ここで、このプリフィルタ制御情報記憶回路26には、現在の小ブロックのフレーム上での位置を表すブロックアドレス $mb_address$ と現在の小ブロックの動きベクトル信号 MV が入力され、このプリフィルタ制御情報記憶回路26では、これらに基づいて現在の小ブロックがフレーム間予測で参照する小ブロックで使われたローパスプリフィルタの通過帯域制限を指定するパラメータとしてフィルタ係数 k_ref を読み出し、これをプリフィルタ制御回路28へ入力する。なお、フィルタ係数 k_ref を読み出す場合は、ブロックアドレス $mb_address$ だけを使用して、フレーム間予測で参照するフレーム上の同じブロックアドレス $mb_address$ の位置にある小ブロックで使われたローパスプリフィルタの通過帯域制限を指定するパラメータをフィルタ係数 k_ref として読み出しても良い。この場合は、プリフィルタ制御情報記憶回路26へ動きベクトル信号 MV を入力する必要はない。

【0091】プリフィルタ制御回路28は、上記符号化難易度 d とフィルタ係数 k_ref が入力されると、これらに基づいて現在の小ブロックに使用するローパスプリフィルタの通過帯域制限を指定するパラメータとしてフィルタ係数 $k_current$ を生成出力し、これをプリフィルタ23へ入力する。ここで、当該プリフィルタ23の特性は、例えば前述した図45のような特性とする。したがって、ここでは、上記フィルタ係数 $k_current$ が小さいほど、通過帯域の狭いローパスフィルタ特性となる。

【0092】なお、プリフィルタ23の特性は、図45に示した特性のローパスフィルタに限らず、これ以外の特性をもつローパスフィルタであってもよい。

【0093】プリフィルタ制御回路23で計算されたフィルタ係数 $k_current$ は、また、プリフィルタ制御情報記憶回路26へ入力されて記憶され、これが未来に入力される小ブロックに使うプリフィルタ係数を決定する時の参照値 k_ref として利用されることになる。

【0094】なお、フィルタ係数 $k_current$ の計算方法の例は、第1の構成例において図6を用いて説明した方法と同様である。

【0095】プリフィルタ23は、現在の小ブロックに対して、プリフィルタ係数 $k_current$ で指定されるローパスフィルタ処理を施して、処理画像信号 $S102$ を出

力する。

【0096】当該処理画像信号S102とその動きベクトル信号MVは、動画像符号化回路24へ入力され、所定のフレーム間予測符号化処理（例えばいわゆるMPEG方式の符号化処理）が施され、この符号化ビットストリームS104が出力端子29から出力される。なお、動画像符号化回路24の構成は、第1の構成例において図10を用いて説明したものと同様である。

【0097】このような構成の動画像符号化装置では、プリフィルタ制御回路28に入力する符号化難易度d（d_{current}）として、動きベクトル検出回路44から出力される予測残差、すなわち、現在のブロックの信号A_{ij}と任意の動きベクトルにより参照されるブロックの信号F_{ij}の差の絶対値の和E_fを用いることにより、フレーム間予測符号化効率が低下しないように、選択されたフィルタ特性を修正して、最終的に現在の符号化対象の小ブロックに対するプリフィルタ特性を決定する。これにより、ローパスプリフィルタ処理された動画像は、符号化画質の主観的印象が良く、かつ符号化効率の良いものとすることができる。

【0098】なお、特開平6-225276号公報に開示されている動画像符号化におけるプリフィルタ制御方法及び装置も、入力画像信号に対してプリフィルタ処理を行うようにしているが、この公報記載の技術は、1画面内でプリフィルタ係数を変えることは行っておらず画面内では一定で、また複数フレーム単位でフィルタ係数を一定にしている。

【0099】これに対して、上述のような第1の構成例や第2の構成例の動画像符号化回路では、フレーム間予測符号化を施す動画像信号に対するプリフィルタ処理の際のフィルタ特性を、画面を分割する小ブロック単位の符号化難易度dに応じて適応的に変更可能としているので、視覚特性を考慮して、画面内の局所的に速い動きや複雑な絵柄であり符号化難易度の大きい部分では通過帯域の比較的狭いローパスフィルタを選択でき、一方、遅い動きや平坦な絵柄であり符号化難易度の小さい部分では通過帯域の比較的広いローパスフィルタを選択できる。さらにこの小ブロック単位のプリフィルタ係数を決定する場合には、上記小ブロックの符号化難易度dだけでなく、現在の符号化対象の小ブロックがフレーム間予測で参照する小ブロックで使われたプリフィルタ制御情報をも合わせて考慮しており、フレーム間予測符号化効率が低下しないように、上述のように選択されたフィルタ特性を修正して、最終的に現在の符号化対象の小ブロックに対するプリフィルタ特性を決定するようにしているので、ローパスプリフィルタ処理された動画像は、従来よりも、符号化画質の主観的印象が良く、かつ符号化効率の良いものとすることができる。

【0100】ところで、MPEG方式などで用いられているフレーム間予測符号化では、図13に示すように予

測を行わないで内部符号化するIピクチャと、順方向予測のみを行うBピクチャと、双方向予測を行うPピクチャがあり、一般に、これらの画像間では符号化難易度のダイナミックレンジや小ブロック毎の符号化難易度の分布が異なっている。MPEG方式では、このように符号化難易度の特性の異なる画像が連続しているため、全入力画像の符号化難易度に従ってローパスフィルタ処理のフィルタ特性を決定すると、時間的に近接する画像間でフィルタ特性が極端に異なることに起因する主観的画質の劣化が生じる可能性がある。

【0101】上述の第1及び第2の構成例により説明した動画像符号化回路においては、入力画像の小ブロックの符号化難易度と当該小ブロックが画像間予測で参照する小ブロックで使われたフィルタ制御情報とに基づいて、ローパスフィルタ処理のフィルタ特性を決定しているが、内部符号化を行うIピクチャや、フィルタ特性の参照画像との間にBピクチャが存在するPピクチャ及び時間的に連続する画像間のフィルタ特性に関して考慮していない。

【0102】また、フレーム間予測を行う画像において、予測を行わずに内部符号化を行う小ブロックが存在することがあるため、同一画像内においても、空間的に近接する小ブロックと比較して、極端に符号化難易度の高い小ブロックが存在することがある。

【0103】このような画像に対して、小ブロック毎の符号化難易度に従って適応的にローパスフィルタ処理のフィルタ特性を決定すると、時間的／空間的に局所的にローパスの通過帯域の異なる小ブロックが存在することになり、主観的画質の劣化が生じる可能性がある。

【0104】そこで、図14に示す本発明の第3の構成例の動画像符号化回路では、フレーム間予測符号化を施す動画像信号に対するプリフィルタ処理の際のフィルタ特性を決定する場合に、入力動画像信号S30の現在の符号化対象となっているフレームを、少なくとも1画素からなる小ブロックに分割し、現在の符号化対象の画像がフィルタ特性画像であるか非フィルタ特性画像であるかの判定を行い、現在の小ブロックのプリフィルタ情報とともに、フレーム間予測で参照される小ブロックで使われたプリフィルタ制御情報及び時間的に近接する画像の空間的に同じ位置の小ブロックで使われたプリフィルタ制御情報を合わせて考慮している。なお、以下の第3の構成例の説明においては、上述の第1の構成例と同一の部分については同一符号を付することでその説明を省略する。

【0105】具体的には、先ず第1段階として、MPEG方式における、I、P、Bピクチャなどの符号化タイプによって符号化難易度が異なることを考慮して、特定の符号化タイプの入力画像をフィルタ特性画像として判定し、それ以外の符号化タイプの画像を非フィルタ特性画像として判定する。ここで、例えばフィルタ特性画像

にはPピクチャを用い、非フィルタ特性画像にはI、Bピクチャを用いる。

【0106】入力画像をフィルタ特性画像として判定した場合は所定の方法で当該画像の小ブロック毎の符号化難易度を計算し、所定の方法で当該画像内で当該符号化難易度を平滑化する。

【0107】第2段階として視覚特性を考慮して、局所的に速い動きや複雑な絵柄であるために符号化難易度の大きい小ブロックでは、通過帯域の比較的狭いローパスフィルタを選択し、一方、遅い動きや平坦な絵柄であるために符号化難易度の小さい小ブロックでは、通過帯域の比較的広いローパスフィルタを選択するようにしている。更に、現在の符号化対象の小ブロックがフレーム間予測で参照する小ブロックで使われたプリフィルタ制御情報を考慮し、主観的に画質が劣化せず、かつ、フレーム間予測符号化効率が低下しないように、選択されたフィルタ特性を修正して、現在の符号化対象の小ブロックに対するプリフィルタ特性を決定する。非フィルタ特性画像の場合は、第2段階として現在の符号化対象の小ブロックがフレーム間予測で参照する過去参照画像の小ブロックで使われたプリフィルタ制御情報と未来参照画像の小ブロックで使われたプリフィルタ制御情報から所定の方法で内挿補間を行い当該画像の小ブロックのプリフィルタ特性を算出する。更に、時間的に近接する画像の空間的に同じ位置の小ブロックで使われたプリフィルタの制御情報を考慮して、主観的に画質が劣化せず、かつ、フレーム間予測符号化効率が低下しないように、算出したフィルタ特性を修正して、現在の符号化対象の小ブロックに対するプリフィルタ特性を決定する。

【0108】ここで、非フィルタ特性画像が予測を用いない内部符号化画像、例えばMPEG方式におけるIピクチャである場合には、時間的に前後するPピクチャの空間的に同じ位置の小ブロックのプリフィルタ制御情報に基づいて内挿補間を行い、現在の符号化対象の小ブロックのプリフィルタ特性を決定する。

【0109】これらにより、ローパスプリフィルタ処理された動画は、符号化画質の主観的印象が良く、かつ符号化効率の良いものとなる。

【0110】この図14に示す本発明の第3の構成例の動画符号化回路において、入力端子21から入力されるデジタル動画信号S30は、フレームメモリ群22に送られ、記憶される。

【0111】MPEG方式においては、予測符号化を行う際に、双方向予測を行うことから、図15(a)、

(b)に示すように画像の入力順序と符号化順序が異なるため、フレームメモリ群22では符号化順序に従って

$$\begin{aligned} d(d_current) = & \{ d(i-1, j-1) + d(i, j-1) + d(i-1, j+1) \\ & + d(i-1, j) + d(i, j) + d(i+1, j) \\ & + d(i-1, j+1) + d(i, j+1) + d(i+1, j+1) \} / 9 \quad (2) \end{aligned}$$

により平滑化を行う。

入力画像の順序入替えを行う。このフレームメモリ群22に記憶された画像データS23を用いて、動きベクトル検出回路25は、フレーム間の動きベクトルを検出する。具体的に言うと、動きベクトル検出回路25では、フレームを小ブロックに分割し、この小ブロック単位に動きベクトルMVを計算する。ここで、小ブロックは例えば16画素×16ラインで構成されており、動きベクトル検出は例えば参照フレームと現在の小ブロックとのパターンマッチングで行う。すなわち、上述の式(1)により、現在の小ブロックの信号Aijと、任意の動きベクトルにより参照される小ブロックの信号Fijの差の絶対値の和Efを求める。

【0112】動きベクトル検出回路25は、上記Efの値が最小となる動きベクトルを動きベクトル信号MVとして出力する。

【0113】画像処理タイプ判定回路45では、入力された画像データS23のピクチャタイプによって、出力する回路切替え信号pict_typeの内容を変え、以降の処理を変える。

【0114】画像データS23がフィルタ特性画像として用いる画像、例えばPピクチャ、であったならば、画像データS23を符号化難易度測定回路46に入力し、回路切替え信号pict_type(1)を動きベクトル検出回路25及びプリフィルタ制御情報記憶回路26に入力する。

【0115】回路切替え信号pict_type(1)を入力された動きベクトル検出回路25では、動きベクトル信号MVを動画符号化回路24、プリフィルタ制御情報記憶回路26及び符号化難易度測定回路46に入力する。

【0116】画像データS23と動きベクトル信号MVを入力された符号化難易度測定回路46では、入力画像の小ブロック毎に、その符号化難易度d(d_raw)を計算する。

【0117】この第3の構成例での符号化難易度d(d_raw)、後述する動画符号化回路24での発生符号量を定められたビットレートに圧縮する時の難易度を表すパラメータである。符号化難易度測定回路46の具体的な構成例については、後述する。

【0118】符号化難易度平滑化回路47では、近接する小ブロック間で、フィルタ係数が極端に異なることを避けるために、入力したd(d_raw)をフレーム内で平滑化し、平滑化符号化難易度情報d(d_current)を計算する。符号化難易度平滑化回路47では、横方向にi番目、縦方向にj番目の現在の符号化対象の小ブロックの符号化難易度をd(i, j)としたとき、例えば次の式(2)

【0119】次に、プリフィルタ制御回路28へは、上

述のように求めた現在の符号化対象の小ブロックの符号化難易度 $d(d_current)$ が入力される。

【0120】また、プリフィルタ制御情報記憶回路26には、過去に入力された小ブロックで使われたプリフィルタ係数が記憶されている。

【0121】ここで、このプリフィルタ制御情報記憶回路26には、現在の小ブロックのフレーム上での位置を表すブロックアドレス $mb_address$ と現在の小ブロックの動きベクトル信号 MV 及び回路切替え信号 $pict_type$ (1) が入力され、それらに基づいて、このプリフィルタ制御情報記憶回路26では、現在の小ブロックがフレーム間予測で参照する小ブロックで使用されたローパスプリフィルタの通過帯域制限を指定するパラメータとしてのフィルタ係数 $k_ref(1)$ を読み出し、プリフィルタ制御回路28へ入力する。

【0122】なお、上記フレーム間予測で参照する小ブロックのフィルタ係数 $k_ref(1)$ を読み出す場合には、ブロックアドレス $mb_address$ だけを使用して、フレーム間予測で参照するフレーム上の同じブロックアドレス $mb_address$ の位置にある小ブロックで使用されたローパスプリフィルタの通過帯域制限を指定するパラメータを上記フィルタ係数 $k_ref(1)$ として読み出すようにしても良い。この場合は、プリフィルタ制御情報記憶回路26へ動きベクトル信号 MV を入力する必要はない。

【0123】プリフィルタ制御回路28は、上記符号化難易度 $d(d_current)$ とフィルタ係数 $k_ref(1)$ が入力されると、これらに基づいて、現在の小ブロックに使用するローパスプリフィルタの通過帯域制限を指定するパラメータとしてのフィルタ係数 $k_current$ を生成出力し、これをプリフィルタ23へ入力する。

【0124】プリフィルタ制御回路28で計算されたフィルタ係数 $k_current$ は、また、プリフィルタ制御情報記憶回路26へ入力されて記憶され、これが未来に入力される小ブロックに使うプリフィルタ係数を決定する時の参照値（フィルタ係数 k_ref ）として利用されることになる。

【0125】次に、画像データ $S23$ が非フィルタ特性画像、例えばMPEG方式におけるI、Bピクチャ、であったならば、画像処理タイプ判定回路45は現在の小ブロックのフレーム上での位置を表すブロックアドレス $mb_address$ をプリフィルタ制御情報記憶回路26に入力し、回路切替え信号 $pict_type(2)$ を動きベクトル検出回路25及びプリフィルタ制御情報記憶回路26へ入力する。

【0126】回路切替え信号 $pict_type(2)$ を入力された動きベクトル検出回路25では、動きベクトル信号 MV を動画像符号化回路24及びプリフィルタ制御情報記憶回路26へ入力する。

【0127】現在の小ブロックのブロックアドレス $mb_address$ と現在の小ブロックの動きベクトル MV を入力

されたプリフィルタ制御情報記憶回路26は現在の小ブロックがフレーム間予測で参照する未来参照画像と過去参照画像の小ブロックで使用されたローパスプリフィルタの通過帯域制限を指定するパラメータとしてのフィルタ係数 $k_ref(2)$ 、 $k_ref(3)$ と時間的に近接する画像の空間的に同じ位置の小ブロックで使用されたローパスプリフィルタの通過帯域制限を指定するパラメータとしてのフィルタ係数 $k_ref(4)$ を読み出し、内挿補間回路48へ入力する。

【0128】なお、上記フィルタ係数 $k_ref(2)$ 、 $k_ref(3)$ を読み出す場合には、ブロックアドレス $mb_address$ だけを使用して、フレーム間予測で参照するフレーム上の同じブロックアドレス $mb_address$ の位置にある小ブロックで使用されたローパスプリフィルタの通過帯域制限を指定するパラメータを上記フィルタ係数 $k_ref(2)$ 、 $k_ref(3)$ として読み出すようにしても良い。この場合は、プリフィルタ制御情報記憶回路26へ動きベクトル信号 MV を入力する必要はない。

【0129】現在の小ブロックのパラメータとしてのフィルタ係数 $k_ref(2)$ 、 $k_ref(3)$ 、 $k_ref(4)$ を入力された内挿補間回路48は、過去参照画像のフィルタ係数 $k_ref(2)$ と未来参照画像のフィルタ係数 $k_ref(3)$ を基に内挿補間を行い、更に時間的に近接する画像の空間的に同じ位置の小ブロックのフィルタ係数 $k_ref(4)$ を用いて現在の小ブロックのフィルタ係数 $k_current$ を生成出力し、これをプリフィルタ23へ入力する。

【0130】ここで、現在の小ブロックと時間的に近接する画像の空間的に同じ位置の小ブロックで使用されたフィルタ係数 $k_ref(4)$ を用いず、現在の小ブロックがフレーム間予測で参照する小ブロックで使用されたフィルタ係数 $k_ref(2)$ 、 $k_ref(3)$ のみを読み出して現在の小ブロックのフィルタ係数 $k_current$ を生成出力するようにしても良い。

【0131】また、非フィルタ特性画像が例えばMPEG方式のIピクチャのように、フレーム間予測を行わない画像であった場合には、時間的に前後するフィルタ特性画像の空間的に同じ位置の小ブロックのフィルタ係数を過去参照画像のフィルタ係数 $k_ref(2)$ と未来参照画像のフィルタ係数 $k_ref(3)$ として読み出し、内挿補間を行う。この場合は時間的に近接する画像の空間的に同じ位置の小ブロックのフィルタ係数 $k_ref(4)$ は用いない。

【0132】内挿補間回路48で計算されたフィルタ係数 $k_current$ は、また、プリフィルタ制御情報記憶回路26へ入力されて記憶され、これが未来に入力される小ブロックに使うプリフィルタ係数を決定する時の参照値（フィルタ係数 k_ref ）として利用されることになる。

【0133】以上のようにして、適応的にプリフィルタ23のフィルタ係数を決定し、符号化画質の主観的印象

が良く、かつ符号化効率の良い符号化方式を実現する。

【0134】ここで、当該プリフィルタ23の特性は、例えば上述の図45のような特性とする。したがって、ここでは、フィルタ係数 $k_current$ が小さいほど、通過帯域の狭いローパスフィルタ特性となる。また、プリフィルタ23は、上述の図45に示した特性のローパスフィルタやこれ以外の特性をもつローパスフィルタを用いることができる。

【0135】フィルタ係数 $k_current$ の計算方法の例について以下に説明する。ここでは、図16に示すように入力動画像の入力順に、フィルタ特性画像、非フィルタ特性画像の双方を含むNフレーム毎($N \geq 1$)のグループを作り、このグループを処理の1単位としている。図17のフローチャートを用いて、プリフィルタ係数の制御について説明する。

【0136】図17のフローチャートにおいて、まず、ステップST31では、現在の符号化対象のフレームを含むNフレーム間でのフィルタの制御を開始する。

【0137】ステップST32では、そのNフレーム間でのフィルタ特性画像の符号化難易度の平均値 d_ave を計算し、次のステップST33では、そのNフレーム間でのプリフィルタ係数の代表値 k_gop を計算する。プリフィルタ係数の代表値 k_gop は、Nフレーム間での符号化難易度の平均値 d_ave に対して、代表的な(平均的な)プリフィルタ係数への対応が、予め経験的に決められている。ここでは、上述の図46に示したように、符号化難易度が大きいほど、通過帯域の狭いローパスフィルタ特性を対応付けておく(すなわち k_gop が小さくなる)。上記符号化難易度の平均値 d_ave とプリフィルタ係数の代表値 k_gop の対応関係は、例えば上述の図5に示すようになる。

【0138】次に、ステップST34では、現在符号化対象フレームがフィルタ特性画像であるか、非フィルタ特性画像であるかの判定を行う。フィルタ特性画像であるならば、ステップST35へ進み、非フィルタ特性画像であるならば、ステップST42に移る。

【0139】ステップST35では、フィルタ特性画像の1フレーム内でのフィルタの制御を開始する。まず、ステップST36では、現在の符号化対象の小ブロックの平滑化した符号化難易度 d (以下 $d_current$ とする)を読み込み、ステップST37では、図16(a)に示すように現在の小ブロックがフレーム間予測で参照する小ブロックで使用されたローパスプリフィルタ係数 $k_ref(1)$ を読み込む。

【0140】次に、ステップST38では、上記符号化難易度 $d_current$ とローパスプリフィルタ係数 $k_ref(1)$ から現在の小ブロックで使用するローパスプリフィルタ係数 $k_current$ を例えば上述の図9に示した計算例と同様に計算する。

【0141】次のステップST39では、現在の小ブ

ロックがフレーム内の最後のブロックであるか否かの判定をする。このステップST39の判定において、現在の小ブロックがフレーム内の最後のブロックでないと判定した場合は、ステップST36へ戻る。一方、このステップST39の判定において、現在の小ブロックがフレーム内の最後のブロックであると判定した場合は、ステップST40へ進む。

【0142】ステップST40では、現在のフレームがNフレームからなるグループの最後のフィルタ特性画像であるか否かの判定をする。このステップST40の判定において、現在のフレームがNフレームからなるグループの最後のフィルタ特性画像でないと判定した場合はステップST34へ戻り、一方、現在のフレームがNフレームからなるグループの最後のフィルタ特性画像であると判定した場合はステップST41に進む。

【0143】ステップST42では、非フィルタ特性画像の1フレーム内でのフィルタの制御を開始する。まず、ステップST43では、図16(b)に示すように現在の小ブロックがフレーム間予測で参照する、過去参照画像と未来参照画像の小ブロックで各々使用されたローパスプリフィルタ係数 $k_ref(2)$ と $k_ref(3)$ を読み込み、ステップST44では、図16(b)に示すように時間的に近接するフレームの空間的に同じ位置の小ブロックで使用されたローパスプリフィルタ係数 $k_ref(4)$ を読み込む次に、ステップST54では、上記フィルタ係数 $k_ref(2)$ と $k_ref(3)$ と $k_ref(4)$ から現在の小ブロックで使用するローパスプリフィルタ係数 $k_current$ を計算する。

【0144】図18に上記ローパスプリフィルタ係数 $k_current$ の計算例を示す。現在の符号化対象画像と過去参照画像、未来参照画像が図16(b)に示すような位置関係である場合、図18に示す計算例では、まず、式(g)のように、上記 $k_ref(2)$ と $k_ref(3)$ から $k_current$ を各々の画像の距離に従った内挿補間によって計算する。次に、条件(h)及び条件(i)のように、現在の符号化対象画像の小ブロックと時間的に近接する画像の空間的に同じ位置の小ブロックで使用されたローパスプリフィルタ係数 $k_ref(4)$ とを比較する。そして、上記 $k_current$ と $k_ref(4)$ の変化が、予め決めた閾値より大きい時は、その変化を抑えるように制御する。

【0145】具体的には、図18に示す計算例では、条件(h)のように、上記 $k_current$ が $k_ref(4)$ のE倍($E > 1$)より大きい時は、当該 $k_current$ をE倍の $k_ref(4)$ へ変更する。また、条件(i)のように、上記 $k_current$ が上記 $k_ref(4)$ のF倍($D < 1$)より小さい時は、上記 $k_current$ をF倍の $k_ref(4)$ へ変更する。以上のようにして、現在の小ブロックで使用するローパスプリフィルタ係数 $k_current$ を決定する。

【0146】また、非フィルタ特性画像が1ピクチャである場合は、過去参照画像の同じ位置の小ブロックで使

用したローパスフィルタ係数を $k_ref(2)$ とし、未来参照画像の同じ位置の小ブロックで使用したローパスフィルタ係数を $k_ref(3)$ として同様に計算する。

【0147】図17のフローチャートに戻って、上述したステップST45の次のステップST46では、現在的小ブロックがフレーム内の最後のブロックであるか否かの判定をする。このステップST46の判定において、現在的小ブロックがフレーム内の最後のブロックでないと判定した場合は、ステップST43へ戻る。一方、このステップST46の判定において、現在的小ブロックがフレーム内の最後のブロックであると判定した場合は、ステップST47へ進む。

【0148】ステップST47では、現在のフレームがNフレームからなるグループの最後の非フィルタ特性画像であるか否かの判定をする。このステップST47の判定において、現在のフレームがNフレームからなるグループの最後の非フィルタ特性画像でないと判定した場合はステップST47へ戻り、一方、現在のフレームがNフレームからなるグループの最後の非フィルタ特性画像であると判定した場合はステップST41に進む。

【0149】このステップST41にて、Nフレームからなるグループでのフィルタの制御を終了する。

【0150】以上のようにして、プリフィルタ制御回路28及び、内挿補間回路48では、プリフィルタ係数 $k_current$ を決定する。

【0151】なお、図17のステップST37、ST38、ST43、ST44、ST45において、上記フィルタ係数 $k_ref(1)$ 、 $k_ref(2)$ 、 $k_ref(3)$ 、 $k_ref(4)$ を使用する代わりに、現在的小ブロックがフレーム間予測で参照する小ブロックの符号化難易度 $d_ref(1)$ 、 $d_ref(2)$ 、 $d_ref(3)$ 、 $d_ref(4)$ を使用しても良い。

【0152】なお、この場合は、画像処理タイプ判定回路45において入力画像を非フィルタ特性画像と判定した場合でも画像データS123を符号化難易度測定回路46に入力し、動きベクトル検出回路25から動きベクトル信号MVを符号化難易度測定回路46に入力して符号化難易度 $d_ref(4)$ を計算する必要がある。この場合のプリフィルタ係数 $k_current$ の計算方法の例について、図19を用いて説明する。この図19において前述の図17のフローチャートとの違いは、ステップST57、ST58、ST63、ST64、ST65であり、それぞれ図17ではステップST36、ST38、ST43、ST44、ST45に対応する。なお、この図19のステップST51～ST56、ステップST59～ST62、ステップST65以降は各々、図17のステップST31～ST36、ステップST39～ステップST42、ステップST46以降と同じであるので、それらのステップの説明は省略する。

【0153】この図19において、ステップST57で

は、図16(a)に示したように現在的小ブロックがフレーム間予測で参照する小ブロックの符号化難易度 $d_ref(1)$ を読み込む。次にステップST58では、現在の符号化対象の小ブロックの符号化難易度 $d_current$ と上記符号化難易度 $d_ref(1)$ から現在的小ブロックで使用するローパスプリフィルタ係数 $k_current$ を例えば上述の図9に示した計算例と同様に計算する。

【0154】また、ステップST63では、図16(b)に示すように現在的小ブロックがフレーム間予測で参照する、過去参照画像と未来参照画像の小ブロックで各々使用された符号化難易度 $d_ref(2)$ と $d_ref(3)$ を読み込み、ステップST64では、図16(b)に示すように時間的に近接するフレームの空間的に同じ位置の小ブロックで使用されたローパスプリフィルタ係数 $k_ref(4)$ を読み込む。

【0155】図20には上記ローパスプリフィルタ係数 $k_current$ の計算例を示す。現在の符号化対象画像と過去参照画像、未来参照画像が図16(b)に示すような位置関係である場合、図20に示す計算例においては、先ず、式(j)のように、上記 $d_ref(2)$ と $d_ref(3)$ から $d_current$ を内挿補間によって計算する。次に、条件(k)及び条件(l)のように、現在の符号化対象画像の小ブロックと時間的に近接する画像の空間的に同じ位置の小ブロックの符号化難易度係数 $d_ref(4)$ とを比較する。そして、上記 $d_current$ と $d_ref(4)$ の変化が、予め決めた閾値より大きい時は、その変化を抑えるように制御する。

【0156】具体的には、図20に示す計算例では、条件(k)のように、上記 $d_current$ が $d_ref(4)$ のC倍 ($C \geq 1$) より大きい時は、当該 $d_current$ をC倍の $d_ref(4)$ へ変更する。また、条件(l)のように、上記 $d_current$ が上記 $d_ref(4)$ のD倍 ($D < 1$) より小さい時は、上記 $d_current$ をD倍の $d_ref(4)$ へ変更する。以上のようにして、現在的小ブロックの符号化難易度 $d_current$ を決定する。そして、条件(j)のように上記符号化難易度 $d_current$ と k_gop から現在的小ブロックで使用するローパスプリフィルタ係数 $k_current$ を計算する。

【0157】また、非フィルタ特性画像がIピクチャである場合は、過去参照画像の同じ位置の小ブロックの符号化難易度を $d_ref(2)$ とし、未来参照画像の同じ位置の小ブロックの符号化難易度を $d_ref(3)$ とする。

【0158】上述した図19のフローチャートの場合、プリフィルタ制御情報記憶回路26には、過去に計算された小ブロックの符号化難易度 d_ref が記憶されていて、現在的小ブロックのブロックアドレス $mb_address$ と動きベクトル信号MVからフレーム間予測で参照する小ブロックの符号化難易度 d_ref を読み出す。

【0159】なお、この時、前述したように、上記符号化難易度 d_ref を読み出す場合に、ブロックアドレス

mb_address だけを使用して、フレーム間予測で参照するフレーム上の同じブロックアドレスmb_address の位置にある小ブロックで使用されたローパスプリフィルタの通過帯域制限を指定するパラメータをフィルタ係数d_refとして読み出しても良い。この場合は、プリフィルタ制御情報記憶回路26へ動きベクトル信号MVを入力する必要がない。

【0160】図14に戻って、プリフィルタ23は、現在の小ブロックに対して、プリフィルタ係数k_currentで指定されるローパスフィルタ処理を施して、処理画像信号S122を出力する。

【0161】当該処理画像信号S22とその動きベクトル信号MVは、動画像符号化回路24へ入力され、ここで所定のフレーム間予測符号化処理が施され、符号化ビットストリームS24として出力端子29から出力される。

【0162】プリフィルタ23の構成例を図21に示す。この図21に示す構成例において、入力端子50には当該プリフィルタ23への入力画像信号S300が供給される。一方、入力端子51にはプリフィルタ制御回路28又は内挿補間によるプリフィルタ制御回路28から入力されるローパスプリフィルタ係数k_currentが入力される。

【0163】ここで、ローパスプリフィルタ係数k_currentは、 $0 \leq k_current \leq 1$ の値を取るように定める。

【0164】入力画像信号S300は、ローパスフィルタ52に入力され、ここでローパスフィルタ処理される。ローパスフィルタ52による処理画像信号S301は、演算器53に入力される。演算器53は、処理画像信号S301と入力画像信号S300との差分信号S302を出力する。ここに、 $S302 = S301 - S300$ である。

【0165】次に、差分信号S302は、演算器54に入力される。演算器54は、差分信号S302にローパスプリフィルタ係数k_currentを乗算した信号S303を出力する。ここに、 $S303 = S302 \times k_current$ である。

【0166】次に、演算器54からの信号S303は、演算器55に入力される。演算器55は、信号S303と入力画像信号S300との加算信号であるプリフィルタ処理画像信号S304を出力する。ここに、 $S304 = S303 - S302$
 $= (1 - k_current) \times S300 + (1 - k_current) \times S301$ である。

【0167】また、動画像符号化回路24には、例えば上述の図11に示した構成のものが用いられる。また、

符号化難易度測定回路46には、例えば上述の図11に示した構成のものが用いられる。

【0168】次に、本発明の第4の構成例の動画像符号化回路を図22に示す。

【0169】この図22に示す第4の構成例において、上述した第3の構成例の動画像符号化回路との大きな違いは、プリフィルタ制御回路67に入力する符号化難易度d(d_current)として、動きベクトル検出回路66から出力される予測残差、すなわち前述の式(1)で計算される、現在のブロックの信号Aijと任意の動きベクトルにより参照されるブロックの信号Fijの差の絶対値の和Efを用いている点である。

【0170】この図22において、入力端子60から入力されるデジタル動画像信号S100は、フレームメモリ群61に送られ、記憶される。このフレームメモリ群61に記憶された画像データS103を用いて、動きベクトル検出回路66は、フレーム間の動きベクトルを前記第3の構成例で説明したように検出する。

【0171】動きベクトル検出回路66では、入力画像の小ブロック毎に動きベクトル信号MVと上述の式(1)から計算される予測残差Efを計算し、動きベクトル信号MVを動画像符号化回路63とプリフィルタ制御情報記憶回路65に入力する。

【0172】画像処理タイプ判定回路64では、入力された画像データの処理番号pict_numberより、現在処理中の画像がフィルタ特性画像であるか非フィルタ特性画像であるかの判定を行う。現在処理中の画像がフィルタ特性画像、例えばPピクチャ、であったならば、回路切替え信号pict_type(1)をフィルタ制御情報記憶回路65と動きベクトル検出回路66に入力する。

【0173】回路切替え信号pict_type(1)を入力された動きベクトル検出回路66では、予測残差Efを、その小ブロックの符号化難易度d(d_raw)として出力する。

【0174】符号化難易度平滑化回路69では、近接する小ブロック間で、フィルタ係数が極端に異なることを避けるために、入力したd(d_raw)をフレーム内で平滑化し、平滑化符号化難易度情報d(d_current)を計算する。符号化難易度平滑化回路69での平滑化処理は第3の構成例と同様に行う。プリフィルタ制御回路67へは、現在の符号化対象の小ブロックの符号化難易度d(d_current)が入力される。また、プリフィルタ制御情報記憶回路65には、過去に入力された小ブロックで使われたプリフィルタ係数が記憶されている。ここで、このプリフィルタ制御情報記憶回路65には、現在の小ブロックのフレーム上での位置を表すブロックアドレスmb_addressと現在の小ブロックの動きベクトル信号MV及び、回路切替え信号pict_type(1)が入力される。

【0175】このプリフィルタ制御情報記憶回路65では、これらに基づいて現在の小ブロックがフレーム間予

測で参照する小ブロックで使用されたローパスプリフィルタの通過帯域制限を指定するパラメータとしてフィルタ係数 $k_ref(1)$ を読み出し、これをプリフィルタ制御回路 67 へ入力する。

【0176】なお、フィルタ係数 $k_ref(1)$ を読み出す場合は、ブロックアドレス $mb_address$ だけを使用して、フレーム間予測で参照するフレーム上の同じブロックアドレス $mb_address$ の位置にある小ブロックで使用されたローパスプリフィルタの通過帯域制限を指定するパラメータをフィルタ係数 k_ref として読み出しても良い。この場合は、プリフィルタ制御情報記憶回路 65 へ動きベクトル信号 MV を入力する必要はない。

【0177】プリフィルタ制御回路 67 は、上記符号化難易度 d とフィルタ係数 $k_ref(1)$ が入力されると、これらに基づいて現在の小ブロックに使用するローパスプリフィルタの通過帯域制限を指定するパラメータとしてフィルタ係数 $k_current$ を生成出力し、これをプリフィルタ 62 へ入力する。ここで、当該プリフィルタ 62 の特性は、例えば前述した図 45 のような特性とする。したがって、ここでは、上記フィルタ係数 $k_current$ が小さいほど、通過帯域の狭いローパスフィルタ特性となる。

【0178】なお、プリフィルタ 62 の特性は、図 45 に示した特性のローパスフィルタに限らず、これ以外の特性をもつローパスフィルタであってもよい。

【0179】プリフィルタ制御回路 67 で計算されたフィルタ係数 $k_current$ は、また、プリフィルタ制御情報記憶回路 65 へ入力されて記憶され、これが未来に入力される小ブロックに使うプリフィルタ係数を決定する時の参照値 k_ref として利用されることになる。

【0180】また、画像処理タイプ判定回路 64 において、入力された $pict_number$ より、現在処理中の画像が非フィルタ特性画像、例えば I、B ピクチャ、であると判定した場合、回路切替え信号 $pict_type(2)$ をフィルタ制御情報記憶回路 65 と動きベクトル検出回路 66 へ入力し、現在の小ブロックのフレーム上での位置を表すブロックアドレス $mb_address$ をプリフィルタ制御情報記憶回路 65 と内挿補間回路 70 へ入力する。

【0181】回路切替え信号 $pict_type(2)$ を入力された動きベクトル検出回路 66 では、予測残差 Ef の出力を行わない。

【0182】現在の小ブロックのブロックアドレス $mb_address$ と現在の小ブロックの動きベクトル MV 及び、回路切替え信号 $pict_type(2)$ を入力されたプリフィルタ制御情報記憶回路 65 は現在の小ブロックがフレーム間予測で参照する未来参照画像と過去参照画像の小ブロックで使用されたローパスプリフィルタの通過帯域制限を指定するパラメータとしてのフィルタ係数 $k_ref(2)$ 、 $k_ref(3)$ と時間的に近接する画像の空間的に同じ位置の小ブロックで使用されたローパスプリフィルタ

の通過帯域制限を指定するパラメータとしてのフィルタ係数 $k_ref(4)$ を読み出し、内挿補間回路 70 へ入力する。

【0183】なお、上記フィルタ係数 $k_ref(2)$ 、 $k_ref(3)$ を読み出す場合には、ブロックアドレス $mb_address$ だけを使用して、フレーム間予測で参照するフレーム上の同じブロックアドレス $mb_address$ の位置にある小ブロックで使用されたローパスプリフィルタの通過帯域制限を指定するパラメータを上記フィルタ係数 $k_ref(2)$ 、 $k_ref(3)$ として読み出すようにしても良い。この場合は、プリフィルタ制御情報記憶回路 65 へ動きベクトル信号 MV を入力する必要はない。

【0184】現在の小ブロックの動きベクトル信号 MV 及び、パラメータとしてのフィルタ係数 $k_ref(2)$ 、 $k_ref(3)$ 、 $k_ref(4)$ を入力された内挿補間回路 70 は、過去参照画像のフィルタ係数 $k_ref(2)$ と未来参照画像のフィルタ係数 $k_ref(3)$ を基に内挿補間を行い、更に時間的に近接する画像の空間的に同じ位置の小ブロックのフィルタ係数 $k_ref(4)$ を用いて現在の小ブロックのフィルタ係数 $k_current$ を生成出力し、これをプリフィルタ 62 へ入力する。

【0185】ここで、現在の小ブロックと時間的に近接する画像の空間的に同じ位置の小ブロックで使用されたフィルタ係数 $k_ref(4)$ を用いず、現在の小ブロックがフレーム間予測で参照する小ブロックで使用されたフィルタ係数 $k_ref(2)$ 、 $k_ref(3)$ のみを読み出して現在の小ブロックのフィルタ係数 $k_current$ を生成出力するようにしても良い。

【0186】また、非フィルタ特性画像が例えば MPEG 方式の I ピクチャーのように、フレーム間予測を行わない画像であった場合には、時間的に前後するフィルタ特性画像の空間的に同じ位置の小ブロックのフィルタ係数を過去参照画像のフィルタ係数 $k_ref(2)$ と未来参照画像のフィルタ係数 $k_ref(3)$ として読み出し、内挿補間を行う。この場合は時間的に近接する画像の空間的に同じ位置の小ブロックのフィルタ係数 $k_ref(4)$ は用いない。

【0187】また、I ピクチャーにおいても、動き予測を行っている場合には、I ピクチャーもフィルタ特性画像として用いても良い。ここで、当該プリフィルタ 62 の特性は、例えば前述した図 45 のような特性とする。したがって、ここでは、フィルタ係数 $k_current$ が小さいほど、通過帯域の狭いローパスフィルタ特性となる。

【0188】内挿補間回路 70 で計算されたフィルタ係数 $k_current$ は、また、プリフィルタ制御情報記憶回路 65 へ入力されて記憶され、これが未来に入力される小ブロックに使うプリフィルタ係数を決定する時の参照値（フィルタ係数 k_ref ）として利用されることになる。

【0189】以上のようにして、適応的にプリフィルタ62のフィルタ係数を決定し、符号化画質の主観的印象が良く、かつ符号化効率の良い符号化方式を実現する。

【0190】フィルタ係数 $k_{current}$ の計算方法は、第1の構成例において図6を用いて説明した計算例と同様である。

【0191】プリフィルタ62は、現在の小ブロックに対して、プリフィルタ係数 $k_{current}$ で指定されるローパスフィルタ処理を施して、処理画像信号S102を出力する。

【0192】当該処理画像信号S102とその動きベクトル信号MVは、動画像符号化回路63へ入力され、所定のフレーム間予測符号化処理（例えばいわゆるMPEG方式の符号化処理）が施され、この符号化ビットストリームS104が出力端子68から出力される。動画像符号化回路63の構成は、第2の構成例において図10を用いて説明したものと同様である。

【0193】このような第3の構成例の動画像符号化回路では、フレーム間予測符号化を施す動画像信号に対するプリフィルタ処理の際のフィルタ特性を、画面を分割する小ブロック単位の符号化難易度 d に応じて適応的に変更可能としているので、視覚特性を考慮して、画面内の局所的に速い動きや複雑な絵柄であり符号化難易度の大きい部分では通過帯域の比較的狭いローパスフィルタを選択でき、一方、遅い動きや平坦な絵柄であり符号化難易度の小さい部分では通過帯域の比較的広いローパスフィルタを選択できる。

【0194】また、MPEG方式のように画像毎に符号化難易度の異なる符号化方式を考慮し、連続する画像間で極端にプリフィルタ係数が異なることがないようにするために、符号化難易度を参照する画像を特定している。

【0195】更に、第4の構成例の動画像符号化装置では、上記小ブロックの符号化難易度 d だけでなく、現在の符号化対象の小ブロックがフレーム間予測で参照する小ブロック及び、近接する画像の空間的に同じ位置の小ブロックで使われたプリフィルタ制御情報をも合わせて考慮しており、フレーム間予測符号化効率が低下しないように、上述のように選択されたフィルタ特性を修正して、最終的に現在の符号化対象の小ブロックに対するプリフィルタ特性を決定するようにしているので、ローパスプリフィルタ処理された動画像は、従来よりも、符号化画質の主観的印象が良く、かつ符号化効率の良いものとすることができる。

【0196】ここで、上述した第1乃至第4の構成例の動画像符号化装置での符号化により得られた符号化ビットストリームは、信号記録媒体に記録されたり、伝送路を介して伝送されることになる。

【0197】つぎに、上述したノイズ低減回路14の構成の一例について説明する。このノイズ低減回路14

は、図23に示すように、入力端子71から入力されたMPEGデコーダ13からの画像データが入力されるブロック歪低減回路72と、ブロック歪低減回路72から画像データが入力されるフィールド巡回型ノイズ低減回路73とを備え、フィールド巡回型ノイズ低減回路73からの出力を出力端子74から上述の画質補正回路15に出力する。

【0198】ブロック歪低減回路72は、図24に示すように構成されている。この図24に示したブロック歪低減回路72において、クロマ信号入力端子76には、上述のMPEGエンコーダ5でブロック符号化等の圧縮符号化が施された後にMPEGデコーダ13で復号された画像データのクロマ成分が入力され、輝度信号入力端子77には、輝度成分が入力される。

【0199】HD・VD入力端子78には、水平同期信号及び垂直同期信号が入力され、制御信号発生部79に送られて、各回路で必要なタイミング信号が作成される。

【0200】輝度信号入力端子77より入力された輝度信号は、補正信号算出部80と、パラメータ算出部81と、エッジ抽出部82と、切換選択スイッチ83と、動き検出部84とに送られる。

【0201】補正信号算出部80において、上記入力された輝度信号が加算器85及び補正值算出部86に送られている。補正值算出部86では、境界の両隣の画素の隣接差分から補正後の傾きを予測して補正值を求め、また、ブロック歪判定部からの補正強／弱情報に基づいてこれに応じた補正を求め、さらに境界の距離に反比例した各画素毎の補正值を求める。この補正值算出部86からの補正值を加算器85に送って上記入力輝度信号と加算している。

【0202】また、入力輝度信号は、エッジ抽出部82のHPF（ハイパスフィルタ）87に入力され、エッジ要素の検出のために2次微分を行なう。本実施の形態では、例えばラプラシアンを用いて、エッジ要素の抽出を行なう。HPF87でエッジ抽出された信号は、最大値抽出部88に入力される。ここでは、次段の2値化部89で必要なしきい値を求める為に、ブロック境界をはさんだエッジ抽出ブロック内において最大値の検出を行なう。

【0203】2値化部89では、最大値抽出部88で求められたしきい値と、HPF87でエッジ要素抽出された信号が入力され、しきい値をもとに、信号の2値化を行なう。ハフ変換部90では、2値化された信号をもとに、ブロック境界をはさむエッジ抽出ブロック内でハフ変換を行ない、これによりエッジ要素をパラメータ空間（ ρ 、 θ ）に写像することにより、ブロック内の直線（ $\rho 0$ 、 $\theta 0$ ）を求める。求めた $\rho 0$ 、 $\theta 0$ はブロック歪判定部91へ入力される。

【0204】また、輝度信号入力端子77からの上記入

力輝度信号は、パラメータ演算部81のパラメータ演算回路92へ入力され、ブロック歪判定部91に必要な補正ブロック内のパラメータを求める。

【0205】また、上記入力輝度信号は、動き検出部84のメモリ93へ入力され、メモリコントローラ94からの制御によって書き込みが行われる。メモリコントローラ94によって、メモリ93から読みだされた前フィールドの輝度信号は、パターンマッチング部95へ入力され、一方で入力された輝度信号とパターンマッチングが行なわれる。このパターンマッチングの演算結果は動きベクトル判定部96へ入力され、動きの大きさを判断できる。ここで、求めた動きの有無はブロック歪判定部91に入力される。

【0206】ブロック歪判定部91では、エッジ抽出部からのブロック内の直線成分($\rho 0$, $\theta 0$)とパラメータ演算部からの補正ブロック内のパラメータと動き検出部からの動きの大きさを用いて、ブロック歪か否かの判定、ブロック歪補正値を制御して使うか(弱)否か

(強)の判定を行ない、この補正強/弱信号を補正信号算出部80の補正値算出回路32へ送り、また補正ON/OFF信号を切換選択スイッチ(セクタ)83のコントロール端子に送る。

【0207】また、上記入力輝度信号は、補正信号算出部80の加算器85に入力され、輝度信号と補正値算出部86から求めた補正値を加算することにより、ブロック歪除去された信号が求められ、切換選択スイッチ(セクタ)83へ送られる。

【0208】セクタ83では、ブロック歪判定部91からのブロック歪ON/OFF信号に応じて、入力された輝度信号をそのまま出力するか、補正された信号を出力するかを選択する。

【0209】一方、入力されたクロマ信号は遅延回路97に入力され、補正回路を通過する輝度信号との遅延を合わせる。

【0210】なお、セクタ83を使わずに、ブロック歪判定部91からのブロック歪ON/OFF信号がOFFの場合には補正値算出部85からの出力である補正信号を0にする方法を用いてもよい。

【0211】なお、この図24のノイズ除去回路72では、輝度信号についてのみブロック歪低減処理を施すことを想定しているが、クロマ信号についても同様の処理を施すことができる。

【0212】次に、上記図24で示す構成のブロック歪低減回路72におけるブロック歪低減処理のアルゴリズムについて、さらに詳細に説明する。図25は、本発明の実施の形態となるブロック歪低減方法のアルゴリズムを説明するためのフローチャートを示している。この図25の例では、H(水平)方向についての処理のアルゴリズムを示しているが、V(垂直)方向についてのブロック歪低減アルゴリズムは、H方向の処理がV方向に変

わる以外は同様であるため説明を省略する。

【0213】この図25において、最初のステップST71では、H方向の総てのブロック境界について、ブロック歪低減処理が終了したか否かを判別しており、YESの場合は処理を終了し、NOの場合に次のステップST72に進む。

【0214】ここで、ブロック歪低減処理のために用いられる画素について、図26を参照しながら説明する。この図26の例では、例えば、ブロック符号化にDCT符号化が用いられ、 8×8 画素でDCTブロックを構成する場合の処理対象の具体例を示している。すなわち、図中の左右のDCTブロック100L, 100Rのブロック境界から左側及び右側にそれぞれ5画素ずつがブロック歪低減処理に用いられ、ブロック境界から4画素ずつが補正範囲とされるとき、エッジ抽出ブロック101はブロック境界を中心とする 8×8 画素のブロックであり、ブロック歪補正処理ブロック103は、このエッジ抽出ブロック101内の1ライン上の8画素から成るブロックである。上記図26の最初のステップST71では、ブロック歪補正処理が全ての補正処理ブロック102について行われたか否かを判別している。

【0215】次のステップST72では、ブロック歪か否かの判定に必要なとされるパラメータとしての境界差分 $|tmp0|$ 、アクティビティ $|tmp|$ 及び隣接差分 $|diff|$ を、次の計算式により求める。

$$\begin{aligned} \text{【0216】 } |tmp0| &= |f-e| \\ |tmp| &= (|b-a| + |c-b| + |d-c| + |e-d| + |g-f| \\ &\quad + |h-g| + |i-h| + |j-i|) / 8 \\ |diff2| &= |d-c| \\ |diff3| &= |e-d| \\ |diff4| &= |g-f| \\ |diff5| &= |h-g| \end{aligned}$$

これらの計算式から明らかなように、境界差分 $|tmp0|$ は、図27のDCTブロックの境界を挟んで隣接する画素e, f間の差分の絶対値であり、アクティビティ $|tmp|$ は、ブロック歪処理ブロック102についての各隣接画素間(ただしe, f間を除く)の差分の絶対値の平均値であり、隣接差分 $|diff|$ は、画素c, d間、d, e間、f, g間、g, h間の各差分の絶対値である。

【0217】次に、ステップST73において、補正処理ブロックに対応する上記エッジ抽出ブロック101内のエッジ抽出を行ない、直線成分($\rho 0$, $\theta 0$)を求める。このエッジ抽出処理の詳細については、後ほど説明する。

【0218】次に、ステップST74に進んで、補正処理ブロックを挟む上記2つのDCTブロック100L, 100Rについて、動きの大きさを調べる。この動き検出動作の詳細については、後ほど説明する。

【0219】次に、ステップST75aでは、上記各ステップST72, ST73, ST74で求めたパラメー

タ、直線成分 ($\rho 0, \theta 0$)、及び動きの大きさを用いて、このブロック境界にブロック歪があるかどうかの判定と補正の強さの判定処理を行なう。このブロック歪判定処理の一例については、後ほど説明する。

【0220】次のステップST75bで、ブロック歪ありとされればステップST76aに進み、ブロック歪無しとされればステップST78に進む。

【0221】ブロック歪と判定されれば、ステップST76aに進み、画像の性質、特に線形性に基づいて、隣接差分から補正後の境界段差 $|\text{step}|$ を、

$$|\text{step}| = |\text{diff3} + \text{diff4}| / 2$$

の式から求める。そして、補正後にこれだけの境界段差

$|\text{step}|$ を持たせるために必要な補正量 $|\sigma|$ を、

$$|\sigma| = (|\text{tmp0}| - |\text{step}|) / 2$$

により求める。ここで、上記境界差分 $|\text{tmp0}|$ を所定の閾値 corr_th で弁別して補正の強さを切り換えることが好ましく、この場合、 $|\text{tmp0}| < \text{corr_th}$ となって補正の強さを強 (補正強) とするとき、補正量 $|\sigma|$ を、

$$|\sigma| = (|\text{tmp0}| - |\text{step}|) / 2$$

とし、 $|\text{tmp0}| \geq \text{corr_th}$ となって補正弱のとき、上記補正量 $|\sigma|$ を半分に減らして、

$$|\sigma| = (|\text{tmp0}| - |\text{step}|) / 4$$

の補正を行う。

【0222】これは、上記境界差分 $|\text{tmp0}|$ が所定の閾

$$\begin{aligned} \text{tmp0} \geq 0 : \text{SBb} &= \text{Sb} + |\sigma b|, & \text{tmp0} < 0 : \text{SBb} &= \text{Sb} - |\sigma b| \\ \text{tmp0} \geq 0 : \text{SBc} &= \text{Sc} + |\sigma c|, & \text{tmp0} < 0 : \text{SBc} &= \text{Sc} - |\sigma c| \\ \text{tmp0} \geq 0 : \text{Sbd} &= \text{Sd} + |\sigma d|, & \text{tmp0} < 0 : \text{Sbd} &= \text{Sd} - |\sigma d| \\ \text{tmp0} \geq 0 : \text{Sbe} &= \text{Se} + |\sigma e|, & \text{tmp0} < 0 : \text{Sbe} &= \text{Se} - |\sigma e| \\ \text{tmp0} \geq 0 : \text{SBf} &= \text{Sf} + |\sigma f|, & \text{tmp0} < 0 : \text{SBf} &= \text{Sf} - |\sigma f| \\ \text{tmp0} \geq 0 : \text{SBg} &= \text{Sg} + |\sigma g|, & \text{tmp0} < 0 : \text{SBg} &= \text{Sg} - |\sigma g| \\ \text{tmp0} \geq 0 : \text{SBh} &= \text{Sh} + |\sigma h|, & \text{tmp0} < 0 : \text{SBh} &= \text{Sh} - |\sigma h| \\ \text{tmp0} \geq 0 : \text{Sbi} &= \text{Si} + |\sigma i|, & \text{tmp0} < 0 : \text{Sbi} &= \text{Si} - |\sigma i| \end{aligned}$$

とするような補正を行う。

【0227】次のステップST77では、このようにブロック歪補正処理された信号を出力する。

【0228】上記ステップST75bでブロック歪でないと判定されれば、ステップST78に進んで、補正範囲の原信号をそのまま出力する。

【0229】次に、上記ステップST73におけるエッジ検出処理の動作の一例について、図27を参照しながら説明する。

【0230】図27の最初のステップST81では、エッジ要素抽出の為、エッジ抽出ブロック内の入力信号に対して、2次元HPF (ハイパスフィルタ)、例えばラプラシアンフィルタをかけている。

【0231】この2次元のラプラシアンフィルタとしては、例えば図28の係数のようなものが挙げられるが、この図28の例に限定されるものではなく、また例えば、Sobelオペレータ、Prewittオペレータ、Kirschオペレータ、Robinsonオペレータ等の種々の変形が考えら

れる。値 corr_th より大きい場合は、本当はブロック境界にエッジが存在するのに、ブロック歪判定で誤判定された可能性もあるので、誤補正を回避するために、上記補正の強さを強/弱に切り換えるものである。

【0223】次のステップST76bでは、得られた補正值 $|\sigma|$ から、各画素毎の補正值を求める。隣の補正範囲とのつなぎ目を滑らかにする為、またブロック歪は境界付近程強く現れることから、次の式に示すように、境界からの距離に反比例した補正值を求める。

【0224】具体的には、図27の補正範囲102内の各画素 $b \sim i$ についての各補正值をそれぞれ $|\sigma b| \sim$

$|\sigma i|$ とするとき、上記補正值 $|\sigma|$ を用いて、

$$|\sigma e| = |\sigma|, \quad |\sigma f| = |\sigma|$$

$$|\sigma d| = |\sigma| / 2, \quad |\sigma g| = |\sigma| / 2$$

$$|\sigma c| = |\sigma| / 4, \quad |\sigma h| = |\sigma| / 4$$

$$|\sigma b| = |\sigma| / 8, \quad |\sigma i| = |\sigma| / 8$$

のような各補正值をそれぞれ求める。

【0225】次のステップST76cでは、上記ステップST76bで求められた各画素 $b \sim i$ 毎の補正值 $|\sigma b| \sim |\sigma i|$ を用いて、ブロック歪補正された映像信号 (画像データ) $\text{SBb} \sim \text{Sbi}$ を求める。

【0226】具体的には、補正前の各画素 $b \sim i$ の入力画像データを $\text{Sb} \sim \text{Si}$ とするとき、上記 tmp0 の正負に応じて、補正された画像データ $\text{SBb} \sim \text{Sbi}$ を、

$$\begin{aligned} \text{tmp0} < 0 : \text{SBb} &= \text{Sb} - |\sigma b| \\ \text{tmp0} < 0 : \text{SBc} &= \text{Sc} - |\sigma c| \\ \text{tmp0} < 0 : \text{Sbd} &= \text{Sd} - |\sigma d| \\ \text{tmp0} < 0 : \text{Sbe} &= \text{Se} - |\sigma e| \\ \text{tmp0} < 0 : \text{SBf} &= \text{Sf} - |\sigma f| \\ \text{tmp0} < 0 : \text{SBg} &= \text{Sg} - |\sigma g| \\ \text{tmp0} < 0 : \text{SBh} &= \text{Sh} - |\sigma h| \\ \text{tmp0} < 0 : \text{Sbi} &= \text{Si} - |\sigma i| \end{aligned}$$

れる。

【0232】次に、ステップST82に進んで、上記HPFをかけたブロック内の信号の最大値 Max を検出し、次のステップST83でこの最大値 Max に基づく閾値 Thresh (例えば $\text{Thresh} = \text{Max} / 2$) を用いて2値化を行い、エッジ要素を抽出する。すなわちこの2値化は、入力信号 $\text{Sin} > \text{Thresh}$ のとき、出力信号 $\text{Sout} = 1$ とし、 $\text{Sin} \leq \text{Thresh}$ のとき、 $\text{Sout} = 0$ とするような処理である。

【0233】次に、ステップST84に進んで、抽出されたエッジ要素に、ハフ変換を行ない、パラメータ空間 (ρ, θ) に写像する。このハフ変換は、ブロック内のエッジ要素 (x, y) をパラメータ空間 (ρ, θ) に、 $x \cos \theta + y \sin \theta = \rho$

の式により写像するものである。

【0234】次のステップST85で、このパラメータ空間で多くの点が集まる ($\rho 0, \theta 0$) を検出する。この ($\rho 0, \theta 0$) を通過する直線がエッジ抽出ブロック

内で検出された直線エッジということになり、ステップST86でパラメータ(ρ , θ)を出力している。

【0235】次に、上記図25のステップST74での動き検出処理の動作の一例について、図29を参照しながら説明する。

【0236】この図29の動き検出処理においては、上記図27における処理する補正処理ブロックのブロック境界を挟む左右のDCTブロック100L, 100Rについて、パターンマッチングを行なう。

【0237】パターンマッチングはDCTブロック内の総ての画素について、同一位置の前フィールドの画素をメモリーから読みだし(ステップST92)、次の式

(1)に示す演算式の処理を行い(ステップST93)、メモリーに現フィールドの画素を書き込む(ステップST94)。

【0238】この式(1)において、 $S_n(i, j)$ は、 n フィールドにおける位置(i, j)の画素の輝度信号を示し、 BLK_H , BLK_V は、それぞれH, V方向のDCTブロックサイズを示している。

【0239】これらのステップST92~ST94の処理について、DCT($M \times N$)ブロック内の全ての画素について、処理が終わったか否かを最初のステップST91で判別し、YESのとき(処理が終了したとき)にはステップST95に進んで、上記式(1)で求めた C_r の値に応じて、動き判定を行っている。

【0240】このステップST95の動き判定としては、上記 C_r の値に対して所定の閾値 mov_thL , mov_thH (ただし $mov_thL < mov_thH$)を設定し、
 $C_r < mov_thL$ のとき、動き小
 $mov_thL \leq C_r < mov_thH$ のとき、動き中
 $mov_thH \leq C_r$ のとき、動き大
 のような判定を行うことが挙げられる。

【0241】なお、この図29の例では、パターンマッチングをDCTブロック内の総ての画素について行ったが、この例にのみ限定されるものではなく、例えば、LPFをかけ、2、4画素の間引き処理を行なった後、間引かれた画素についてパターンマッチングを行なう等の変形も考えられる。

【0242】また、図29の例では、動きの大きさを求める手段として、同一位置のDCTブロックに対するパターンマッチングを用いたが、この例にのみ限定されるものではなく、例えば、動き補償範囲内のすべての試行ベクトルについてパターンマッチング $C(k)$ を比較し、最小の $C(k)$ を与える試行ベクトルを動きベクトルとして動きの有無を求める変形や、代表点マッチングを行なう等の変形も考えられる。

【0243】次に、上記図25のステップST75a, ST75bにおけるブロック歪判定動作の一例について、図30を参照しながら説明する。

【0244】この図30に示す例においては、パラメー

タ判定と動き検出による判定とを組み合わせ用いている。

【0245】まず、上記図26の補正処理ブロックのブロック境界を挟む左右のDCTブロック100L, 100Rについて、上述したようなパターンマッチングを行って、動きの大きさを調べ、ステップST101で、検出された動きが小であるか否かを判別する。両方のDCTブロック100L, 100R内の動きが小さいとされれば、量子化誤差は無いと判断し、ステップST106に進んで、ブロック歪補正をかけずに処理を終了する。

【0246】ステップST101でNO、すなわち動きが小さくないときには、次のステップST102に進んで、直線エッジがブロック境界上に存在するか否かを判別する。このとき、 $\rho_0 = \text{エッジ抽出ブロックサイズ} / 2$, $\theta_0 = \pi / 2$ とする。ステップST102で境界上にあると判別されれば、強いブロック歪があるとされ、ステップST108に進んで、ブロック歪(強)の補正をかける。

【0247】ステップST102でNOと判別されれば、ステップST103に進んで、上記図4の左右のDCTブロック100L, 100Rの境界の近傍領域(エリア)内を直線エッジが通過するか否かを判別する。通過すれば、弱いブロック歪があるとして、ステップST107に進んで、ブロック歪(弱)の補正をかける。

【0248】ステップST83でNOと判別されたときには、パラメータを用いてブロック歪の判定を行って、補正強か(ステップST104)、補正弱か(ステップST105)の判別を行う。補正強と判別されたときにはステップST108に進み、補正弱と判別されたときにはステップST107に進む。それ以外は、補正offとされ、ステップST106に進む。

【0249】ここで、上記ブロック歪判定の一例を説明すると、上記パラメータ $|tmp0|$ 、 $|tmp|$ 及び $|diff|$ に基づいて、次のような条件判別を行うことによりブロック歪か否かの判定を行う。この判定条件は、

(1) 周辺と比べて突出した段差であるか否か。

: 境界差分 $|tmp0| > \text{アクティビティ} |tmp|$

(2) 直流成分及び低周波成分の量子化誤差による段差であるか、すなわち、ブロック歪による段差であるか否か。

: 境界差分 $|tmp0| < \text{閾値} div_th$

ここで、閾値 div_th としては、本実施の形態では固定値を用いたが、各ブロックの量子化ステップサイズの最大値に比例した値を用いることもできる。

(3) 境界の両隣に境界の段差より大きな段差がないか、すなわち、境界の両隣にエッジがないか否か。

: 隣接差分 $|diff3| \leq \text{境界差分} |tmp0|$

かつ、隣接差分 $|diff4| \leq \text{境界差分} |tmp0|$

の3つである。

【0250】これらの3つの判定条件の全てが満たされ

れば、ブロック歪ありとされる。また、補正の強さは、上記境界差分 $|tmp0|$ が所定の閾値 $corr_th$ より小さいか否かに応じて決定しており、

$|tmp0| < corr_th$ のとき、補正強

$|tmp0| \geq corr_th$ のとき、補正弱

ただし、 $corr_th < div_th$

としている。

【0251】ここで、上記各閾値 div_th , $corr_th$ の値は、上記動き検出処理により得られた動きの大きさによって適応的（アダプティブ）に変化させることが好ましい。例えば、

動き大のとき、 $div_th = DIV_TH$ （定数）

$corr_th = CORR_TH$ （定数）

動き中のとき、 $div_th = DIV_TH / 2$

$corr_th = CORR_TH / 2$

とすればよい。

【0252】なお、動き検出処理における動きの大きさは、大／中／小の3段階にのみ限定されるものではなく、上記各閾値 div_th , $corr_th$ の値も上記動き大／中の2段階には限定されず、さらに細かい段階に変化させるようにしてもよい。

【0253】次に、上記図27と共に説明したエッジ抽出処理の方法としては、前述のハフ変換を用いずに、以下に述べるような簡易な方法で行うこともできる。

【0254】この簡易なエッジ抽出の場合の動作を説明するためのフローチャートを図31に示し、このエッジ抽出を用いる場合のブロック歪低減回路の概略構成のブロック図を図32に示す。

【0255】この例においては、先ず、図31のステップST111に示すように、エッジ抽出を1次元（水平方向）の2次微分（BPF：バンドパスフィルタ）により行なっている。2次微分特性の伝達関数 $H(z)$ としては、例えば、

$$H(z) = (-1 + 2z^{-1} - z^{-2}) / 4$$

が挙げられる。

【0256】2次微分信号の絶対値をとった後、ステップST112では処理ブロック内で最大値の検出を行い、この最大値を用いて次のステップST113でBPF処理画像の2値化を行い、エッジ検出を行なう。2値化する際の閾値は、前述の例と同様に、例えばブロック内で2次微分および絶対値処理して得た最大値の $1/2$ とすればよい。

【0257】図32のエッジ抽出部82'では、端子77からの輝度信号入力を、BPF87'で上述のように2次微分し、絶対値化回路110で絶対値をとり、最大値検出回路88で最大値を検出している。最大値検出回路88からの閾値2値化回路89に送り、絶対値化回路110からの信号を2値化している。2値化回路89からの出力は、垂直相関検出部111に送られる。

【0258】垂直相関検出部111では、このようにし

て抽出されたエッジ成分のブロック境界における垂直相関の強さを求める。このときの垂直相関の強さを求める方法の一例を図33を用いて説明する。

【0259】この図33において、注目するブロック境界を含む領域bとその近傍の領域aおよびcに分割する。先に抽出したエッジ成分の数を各領域毎に算出する。これらを E_a 、 E_b 、 E_c とする。図33において、エッジとして抽出された画素を1と記し、エッジではないと判別された画素を0と記している。本例では、 $E_a = 5$ 、 $E_b = 12$ 、 $E_c = 5$ となる。

【0260】ブロック境界を含む領域とそうでない領域におけるエッジ成分の数の比 K_v を求め、クラス分けを行なう（図31のステップST114）。

【0261】例えば、

$K_v \geq 4$ の時、クラス1

$2 \leq K_v < 4$ の時、クラス2

$1 \leq K_v < 2$ の時、クラス3

$K_v < 1$ の時、クラス4

とする。図34の例では、

$$K_v = (2 \times 12) / (5 + 5)$$

$$= 2.4$$

なのでクラス2となる。

【0262】次に、図32のブロック歪の判定部91'の役割について説明する。各クラスに応じて重み係数 K_c を割り当てる。この各クラス毎の重み係数 K_c としては、例えば

クラス	重み係数 K_c
1	1
2	0.75
3	0.5
4	0.25

とすることが挙げられる。

【0263】一方、パラメータ算出部で求めた各パラメータ値から、補正OFF／弱／強の判定を行ない、重み係数 K_p を得る。

【0264】

補正段階	重み係数 K_p
OFF	0
弱	0.5
強	1

重み係数 K_c および K_p の積 ($K_{cp} = K_c \times K_p$) 後を補正值算出部に送り、ブロック歪補正量の制御を行なう。

【0265】よって、ブロック境界部の垂直相関が強い場合には、補正量が大きくなり、ブロック歪の除去が効果的に行うことができる。つまり、ブロック歪の検出精度を高めることになる。

【0266】なお、図32の他の構成及び動作は、上述した図25の例と同様であるため、対応する部分に同じ指示符号を付して説明を省略する。

【0267】本例では、クラスおよび補正段階をそれぞれ4および3段階として説明したが、特にこれに限定されず、例えば重み係数 K_c を下記の式により求めても良い。

$$【0268】 K_c = E_c / (E_c + E_v + E_h)$$

また、相関検出部から得たクラスにより、ブロック歪判定部の検出の閾値であるdiv-thの値を制御してもよい。例えば、垂直相関が弱い程、ブロック歪である可能性が低いので、検出の閾値div-thの値を大きくし、検出しにくい方向へ制御する。

【0269】なお、本発明の実施の形態におけるエッジ抽出部、補正信号算出部、ブロック歪判定パラメータ算出部等については、上述したようなアルゴリズムを用いたが、これらのアルゴリズムにのみ限定されるものではなく、例えば、補正信号算出部にはLPFを用いたり、エッジ抽出部にはエッジ追跡によるエッジ抽出法などの種々のエッジ抽出法、ブロック歪判定部には種々のパラメータを使うといった種々の変形が考えられる。

【0270】また、上述した実施の形態は輝度信号の水平方向に対してブロック歪補正をかける例であるが、この例にのみ限定されるものではなく、例えば、垂直方向やクロマ信号にブロック歪補正をかけるといった種々の変形が考えられる。

【0271】上述のブロック歪低減回路によれば、入力画像データのエッジ成分を抽出し、動きを検出し、ブロック歪判定に必要なパラメータを求め、これらのエッジ抽出結果、動き検出結果、及びパラメータ演算結果に基づいてブロック歪を判定し、この判定結果に応じてブロック歪補正をかけているため、ブロック歪の判定にエッジ成分情報や動き検出情報を用いることによりブロック歪の判定が有効に行え、誤判定を防止できる。従って、ブロック歪の誤判定により生じていた弊害、例えば完全に歪が除去できなかったり、エッジを誤補正して擬似エッジを発生させたりするような問題点を回避することができる。

【0272】次に、フィールド巡回型ノイズ低減回路73の具体例について、図34を参照しながら説明する。

【0273】図34の入力端子120には、上記図24のブロック歪低減回路72からの映像信号が入力されている。この入力映像信号 V_{in} が減算器121、122にそれぞれ供給される。減算器121からの出力信号は、出力端子123を介して取り出されると共に、フィールドメモリ124に書き込まれる。フィールドメモリ124と関連して、メモリコントローラ125が設けられている。メモリコントローラ125は、フィールドメモリ124の書き込み動作及び読み出し動作を制御するためのもので、フィールドメモリ124の読出データは、書き込みデータに対して1フィールド遅延されたものである。すなわち、出力信号を V_{out} とし、フィールド遅延を $F-1$ と表すとき、フィールドメモリ124からの出力

信号は、 $V_{out} \cdot F-1$ となり、このフィールド遅延出力信号が減算器124に供給される。減算器122では、入力信号 V_{in} から上記フィールド遅延出力信号 $V_{out} \cdot F-1$ を減算して出力する。

【0274】減算器122からの出力信号は、帯域制限用のLPF（ローパスフィルタ）126を介し、非線形回路127に送られる。非線形回路127は、入力信号であるLPF126からの出力のレベルに応じて帰還係数 K を乗じるもので、例えばROMにより構成される。この非線形回路127は、小さい範囲のフィールド差分をノイズ成分として出力し、大きいフィールド差分は、動きにより発生したものとして、出力を0とするような入出力特性を有している。すなわち、ノイズ成分はフィールド間の相関が小さくかつ小振幅である、という特性を利用して、非線形回路127がノイズ成分を抽出する。

【0275】この非線形回路127からの出力信号 $K \cdot (V_{in} - V_{out} \cdot F-1)$ が減算器121に供給され、入力映像信号 V_{in} から減算される。これは、減算器121において抽出されたノイズ成分を入力映像信号 V_{in} から減算することによって、ノイズの低減された出力映像信号 V_{out} を得ることに相当する。

【0276】ここで、

$$\begin{aligned} V_{out} &= V_{in} - K \cdot (V_{in} - V_{out} \cdot F-1) \\ V_{out} \cdot (1 - K \cdot F-1) &= V_{in} \cdot (1 - K) \end{aligned}$$

より、出力映像信号 V_{out} は、

$$V_{out} = V_{in} \cdot (1 - K) / (1 - K \cdot F-1)$$

となる。

【0277】次に、図1の画質補正回路15の具体例としての輪郭強調回路について、図35を参照しながら説明する。

【0278】図35は、画質補正回路15となる輪郭強調回路の構成例を示している。この図35において、入力端子130には、図1のノイズ低減回路14からの画像データ、より具体的には図34のフィールド巡回型ノイズ低減回路73から出力端子74を介して得られた画像データが供給される。入力端子130からの入力信号は、BPF（バンドパスフィルタ）131及び加算器132に供給される。BPF131では、画像の輪郭成分などの中高周波数成分が抽出される。この抽出された輪郭成分などは、コアリング回路133に送られて、小振幅信号であるノイズ成分などを除去するような非線形処理（コアリング処理）が施された後、利得制御（ゲインコントロール）回路134に送られて、補正量の制御がなされ、補正信号として加算器132に送られる。

【0279】また、端子135には、上記図1のマイクロコンピュータなどを制御回路19からの制御信号が供給されており、この制御信号はコアリング回路133及び利得制御回路134に送られている。すなわち、図1の操作入力部20には、輪郭強調の制御スイッチなども

設けられており、このスイッチなどを操作することにより輪郭強調の効果の程度を制御できるようになっている。

【0280】このようにして、輪郭強調回路において映像信号の中高周波数成分が強調され、画像の精細度を上げている。

【0281】以上説明した画質補正回路15によれば、ブロックDCT符号化等を用いて画像圧縮／伸張した際に発生するブロック歪などのノイズを先に除去しているため、この後に輪郭強調等の画質補正を効果的に行うことができる。

【0282】また、画質補正回路15では、輪郭強調回路などの後処理において、重み付けした符号化情報を用いて適応的処理を施しても良い。

【0283】すなわち、ブロック歪判定の誤判定による破綻を軽減するために、ブロック歪の補正量を例えばブロック境界の段差の大きさに応じて制御することが考えられる。この場合、ブロック境界の段差が大きいとき、補正量は小さくなり、ブロック境界の段差は若干残ることになる。そこで、このような残留ブロック歪を強調しないように、重み付けした符号化情報を用いて輪郭強調の適応的処理を行う。図36は、このような変形例における輪郭強調回路の構成を示すブロック図である。この図36の利得制御回路134において、上記図1の制御回路19から端子135を介して供給される制御信号に対して、例えば端子136からの符号化情報として量子化ステップの値、端子137からの復号画像情報としてブロック境界の段差の値及びブロック境界からの距離により、ウェイトイング（重み付け）回路138bで重み付けを行う。利得制御回路134に供給するパラメータとしてのゲイン（利得）値Gは、上記図1の制御回路19におけるゲイン（利得）設定値をGst、量子化ステップ重み付け係数をKQ、境界距離の重み付け係数をLWとすると、例えば次の式により求める。

$$G = G_{st} \times (KQ/8) \times (LW/4)$$

この式中の1/8、1/4は、正規化のための除数である。

【0284】ここで、図37は量子化ステップコード及びブロック境界段差に対する量子化ステップ重み付け係数を示し、図38はブロック境界距離に対する境界距離重み付け係数を示している。

【0285】具体例を挙げて説明する。端子135からの制御信号としてのゲイン設定値が2のとき、量子化ステップコード及びブロック境界段差が与えられて図37のテーブルより量子化ステップ重み付け係数が例えば4となり、ブロック境界からの距離1が図38のテーブルに与えられて境界距離重み付け係数値2を得たとする。このときの利得制御回路134に供給されるパラメータ、すなわちゲインGは、

$$G = 2 \times (4/8) \times (2/4) = 0.5$$

となり、輪郭強調効果は弱まる。

【0286】これは、コアリング回路133に関しても同様である。すなわち、図36のコアリング回路133において、端子135から供給される制御信号としてのパラメータに対して、例えば端子136からの符号化情報としての量子化ステップの値、端子137からの復号画像情報としてのブロック境界の段差の値及びブロック境界からの距離により、ウェイトイング（重み付け）回路138aで重み付けを行う。

【0287】図39は量子化ステップコード及びブロック境界段差に対するコアリング重み付け係数を示している。コアリング回路133に供給するパラメータの値Cは、上記図1の制御回路19におけるコアリング設定値をCst、重み付け係数をKC、境界距離の重み付け係数をLWとすると、例えば次の式により求める。

$$C = C_{st} \times KC \times (LW/4)$$

この式中の1/4は、正規化のための除数である。

【0288】ところで、上述した図36～図39の特性は一例であって、これらに限定されるものではない。また、上述したMPEG規格で圧縮／伸張される場合、量子化ステップはマクロブロック単位で変化する。このため、注目するブロック境界において、隣接するマクロブロックの量子化ステップの差分を加味してもよい。

【0289】なお、画質補正回路15は、上述した一例に限定されるものではなく、例えば、上記実施の形態においては、水平（H）方向の処理について述べたが、垂直（V）方向についても同様に適用可能である。また、輝度信号の処理のみならず、色信号についても同様に適用可能であることは勿論である。

【0290】したがって、この輪郭補正回路を含む画質補正回路15では、圧縮符号化された映像信号を復号して信号処理する際に、復号された映像信号のノイズを低減した後、ノイズ低減された映像信号に対して画質補正を行っているため、輪郭強調等の画質補正を効果的に行うことができる。

【0291】具体的には、ブロックDCT符号化等の画像圧縮／伸張に伴って発生するブロック歪やモスキートノイズ等の量子化歪やノイズを低減、除去した後に、輪郭強調等の画質補正を行うことにより、効果的なブロック歪やモスキートノイズの除去と輪郭強調等の画質補正を行うことができる。

【0292】また、上記ノイズ低減の際に、映像信号の画面内におけるノイズを低減し、次に画面間で発生するノイズを低減することにより、画面内で発生する歪やノイズと、画面間で発生する歪やノイズとを効果的に除去することができる。

【0293】なお、上述の光ディスク記録再生装置1において、MPEGエンコーダ5では、プリフィルタのオン／オフを含む強さをシーケンス毎、GOP毎、ピクチャ毎、スライス毎、或いはマクロブロック毎にコード化

し、例えば画像データのヘッダにデータとして付加して光ディスクDに記録しても良い。また、このプリフィルタの強さを示すデータを伝送路を介してノイズ低減回路14に伝送しても良い。

【0294】このように、光ディスク記録再生装置1において、スライス毎にプリフィルタの強さを示すデータを画像データに付加するときの一例について図2に示すMPEGエンコーダ5を用いて説明する。

【0295】スライス毎にプリフィルタ23の強さを示すデータを生成するときには、スライス毎におけるフィルタ係数 $k_{current}$ の各スライス毎における代表値を決定することで生成する。この各スライス毎における代表値を決定するときには、図40に示すように、例えば4段階にコード化することで決定する。この図40によれば、フィルタ係数 $k_{current}$ の大きさに応じてプリフィルタレベル（プリフィルタの強さ）のコード値を決定する。すなわち、このプリフィルタレベルは、例えばフィルタをオフ状態としている場合を0とし、弱、中、強である場合をそれぞれ1、2、3としてコード値を決定して、コード化を行う。

【0296】この代表値は、例えば各スライス内における小ブロックの平均値とする。そして、このコード化されたプリフィルタ23の強さが他の種々の付加情報とともに画像データのヘッダとして付加される。そして、このプリフィルタ23の強さを示すプリフィルタレベルは、例えば動画画像符号化回路24で画像データに付加されて光ディスクDに記録される。そして、このプリフィルタレベルは、MPEGデコーダ13を介してノイズ低減回路14及び画質補正回路15に供給される。

【0297】また、このフィルタの強さを示すプリフィルタレベルは、符号化情報として、例えばプリフィルタ23からノイズ低減回路14及び又は画質補正回路15に伝送路を介して入力されても良い。

【0298】このプリフィルタの強さを示すデータをノイズ低減回路14で用いる一例について説明する。

【0299】上述のブロック歪低減回路72でプリフィルタレベルを用いる場合には、例えばMPEGエンコーダ5からのコード値に応じた係数 Kfb を用いて、上述の重み係数 Kc を変化させる。すなわち、このブロック歪低減回路72では、プリフィルタレベルに応じてブロック歪の補正の重み付け係数 Kcf を下記のように定める。

$$【0300】Kcf = Kc \times Kfb$$

ここで、 Kfb は、プリフィルタレベルに応じて図41に示すように割り当て。

【0301】また、フィールド巡回型ノイズ低減回路においては、図42に示すように構成しても良い。すなわち、この図42に示したフィールド巡回型ノイズ低減回路73は、減算器121、減算器122と、周波数帯域を制限するLPF140a、BPF140b、BPF1

40cと、非線形回路141a～141cとフィールドメモリ124と、メモリコントローラ125とで構成されている。なお、以下の説明においては、上述のフィールド巡回型ノイズ低減回路と同一の部分は同一の符号を付することによってその詳細な説明を省略する。

【0302】このフィールド巡回型ノイズ低減回路73では、LPF140a、BPF140b、BPF140cを設けることで、周波数帯域毎に帰還量を制御する。すなわち、このフィールド巡回型ノイズ低減回路73では、端子142からプリフィルタレベルが非線形回路141a～141cに供給され、MPEGエンコーダ5からのプリフィルタレベルに応じて帰還量を変化させる。ここで、非線形回路141a～141cでは、供給されるプリフィルタレベルに応じて入出力特性を変化させる。

【0303】このフィールド巡回型ノイズ低減回路73では、例えば、プリフィルタレベルが強いときには高い周波数帯域の帰還量を大きくするように制御する。これにより、このフィールド巡回型ノイズ低減回路73では、フィールド差分信号の高い周波数帯域の小振幅のノイズを低減することができる。なお、このフィールド巡回型ノイズ低減回路73では、各周波数帯域毎の境界で急激に帰還量が変わらないように、なだらかにソフトスイッチングを行うことが望ましい。

【0304】そして、各非線形回路141a～141cを通過した画像データは、加算器143で加算処理されて、減算器121に供給される。

【0305】これにより、上述のMPEGエンコーダ5でプリフィルタが施された部分について復号を施した後に生ずる高周波成分を効率的に除去することができる。したがって、このフィールド巡回型ノイズ低減回路では、プリフィルタレベルの強さを示すデータを用いることで、MPEGエンコーダ5で符号化を行って、復号した後の画像データに生ずるブロック歪やモスキートノイズを除去することができる。

【0306】つぎに、プリフィルタレベルを図36で示す画質補正回路15で用いる一例について説明する。

【0307】この画質補正回路15では、ウェイトリング回路138a、138bで生成する重み付け係数を変化させる。すなわち、この画質補正回路15では、利得制御回路134のゲインにプリフィルタレベルに応じた係数 Kfs を乗算し、コアリング回路133のコアリング設定値にプリフィルタレベルに応じた係数 Kfc を乗算する。すなわち、コアリング回路ではコアリング設定値を $Cst' = Cst \times Kfs$ とし、利得制御回路134では、ゲインを $G' = G \times Kfc$ とする。このプリフィルタレベルに応じた重み付け係数 Kfs 、 Kfc は、図43(a)及び図43(b)に示すように、プリフィルタレベルに応じて変化させる。なお、上述のフィールド巡回型ノイズ低減回路73と同様に、周波数帯域によって

急激にゲイン、コアリング設定値が変化しないように、周波数的になだらかにスイッチングすることが望ましい。

【0308】したがって、このような画質補正回路15によれば、符号化して復号した後に生じた高周波成分に応じて画質の補正を行うことができ、効率的に画質の補正を行うことができる。

【0309】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明に係る画像信号処理装置では、画像にフィルタリング処理を施すフィルタ手段と、画像にブロック符号化処理を施す圧縮符号化手段と、圧縮符号化手段で圧縮符号化された画像に復号処理を施す復号手段と、復号手段で符号処理が施された画像のブロック歪を少なくとも低減する処理を行うノイズ低減手段とを備えるので、入力された画像に対して圧縮符号化手段を通過させる前にフィルタ手段でフィルタリング処理を行い、復号手段で復号された画像のブロック歪をノイズ低減手段で低減する処理を行うことができる。したがって、この画像信号処理装置では、フィルタリング処理を行うことで符号化効率を向上させることができ、さらに復号後に生ずるブロック歪やモスキートノイズを低減することができる。

【0310】したがって、このような画像信号処理装置では、フィルタリング処理を行うことにより、入力した画像の高周波成分を減少させることにより、復号後に生ずるブロック歪等を顕著にし、当該ブロック歪等の検出制度を向上させることができる。したがって、この画像信号処理装置では、復号後において効率的にノイズ低減手段によりノイズを低減させることができる。

【0311】また、本発明に係る画像信号処理装置は、画像に圧縮符号化処理及び復号処理を施す画像信号処理方法において、入力画像にフィルタリング処理を施し、入力画像にブロック符号化処理を施し、圧縮符号化手段で圧縮符号化された入力画像に復号処理を施し、復号手段で符号処理が施された入力画像のブロック歪を少なくとも低減する処理を行うので、入力された画像に対して符号化を通過させる前にフィルタ手段でフィルタリング処理を行い、復号手段で復号された画像のブロック歪をノイズ低減手段で低減する処理を行うことができる。したがって、この画像信号処理装置では、フィルタリング処理を行うことで符号化効率を向上させることができ、さらに復号後に生ずるブロック歪やモスキートノイズを低減することができる。

【0312】したがって、このような画像信号処理装置では、フィルタリング処理を行うことにより、入力した画像の高周波成分を減少させ、復号後に生ずるブロック歪等を顕著にし、当該ブロック歪等の検出精度を向上させることができる。したがって、この画像処理装置では、復号後において効率的にノイズ低減手段によりノイズを低減させることができる。

【0313】また、本発明に係る画像信号処理方法によれば、入力された画像に対して圧縮符号化を行う前にフィルタリング処理を行い、復号された後に画像のブロック歪を低減する処理を行うので、入力された画像に対して圧縮符号化を行う前にフィルタリング処理を行い、復号された画像のブロック歪を低減するノイズ低減処理を行うことができる。したがって、この画像信号処理方法では、フィルタリング処理を行うことで符号化効率を向上させることができ、さらに復号後に生ずるブロック歪やモスキートノイズを低減することができる。

【0314】したがって、このような画像信号処理方法では、フィルタリング処理を行うことにより、入力した画像の高周波成分を減少させ、復号後に生ずるブロック歪等を顕著にし、当該ブロック歪等の検出精度を向上させることができる。したがって、この画像処理方法では、復号後において効率的にノイズを低減させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施の形態にかかる光ディスク記録再生装置の一例を示すブロック図である。

【図2】プリフィルタを含むMPEGエンコーダの一例を示すブロック図である。

【図3】フレームと小ブロックの関係を示す図である。

【図4】プリフィルタ制御方法の一例を示すフローチャートである。

【図5】符号化難易度の平均値 d_{ave} とプリフィルタ係数の代表値 k_{gop} の対応関係を示す図である。

【図6】現在の小ブロックのフレーム間予測で参照される小ブロックで使われたプリフィルタ特性を考慮して、プリフィルタ係数を計算する一例を示す図である。

【図7】符号化難易度 $d_{current}$ とローパスプリフィルタ係数 $k_{current}$ との対応関係を示す図である。

【図8】プリフィルタ係数 $k_{current}$ の計算方法の一例を示すフローチャートである。

【図9】ローパスプリフィルタ係数 $k_{current}$ の計算例を示す図である。

【図10】動画像符号化装置内の動画像符号化回路の構成例を示すブロック回路図である。

【図11】動画像符号化装置内の符号化難易度測定回路の構成例を示すブロック回路図である。

【図12】動画像符号化装置の第2の構成例を示すブロック回路図である。

【図13】MPEG方式の予測構造及び各ピクチャタイプの構成を示す図である。

【図14】動画像符号化装置の第3の構成例を示すブロック回路図である。

【図15】MPEG方式における表示順序と符号化順序を示す図である。

【図16】フィルタ特性画像と非フィルタ特性画像のフレームと小ブロックの関係を示す図である。

【図17】プリフィルタ制御方法の一例を示すフローチャートである。

【図18】非フィルタ特性画像において、現在の小ブロックのフレーム間予測で参照される小ブロックで使われたプリフィルタ特性を用いて内挿補間により、プリフィルタ係数を計算する一例を示す図である。

【図19】プリフィルタ係数 $k_current$ の計算方法の一例を示すフローチャートである。

【図20】非フィルタ特性画像のローパスプリフィルタ係数 $k_current$ の計算例を示す図である。

【図21】プリフィルタの構成例を示す図である。

【図22】動画像符号化装置の第4の構成例を示すブロック回路図である。

【図23】ノイズ低減回路の構成例を示すブロック図である。

【図24】本発明に係る実施の形態となる画像データのブロック歪低減装置の概略構成を示すブロック図である。

【図25】ブロック歪低減方法の処理手順を説明するためのフローチャートである。

【図26】ブロック歪補正のためのブロック境界近傍の画素を示す図である。

【図27】エッジ抽出処理の動作の一例を説明するためのフローチャートである。

【図28】ラプラシアンフィルタの係数の一例を示す図である。

【図29】動き検出処理の動作の一例を説明するためのフローチャートである。

【図30】ブロック歪判定処理の動作の一例を説明するためのフローチャートである。

【図31】1次元の2次微分によりエッジ抽出を行う場合の処理動作の一例を説明するためのフローチャートである。

【図32】図31のエッジ抽出を行う場合の画像データのブロック歪低減装置の概略構成を示すブロック図である。

【図33】垂直相関の強さを求める方法を説明するためのDCTブロック境界近傍の画素を示す図である。

【図34】フィールド巡回型ノイズ低減回路の一例を示すブロック図である。

【図35】画質補正手段としての輪郭強調回路の一例の概略構成を示すブロック図である。

【図36】輪郭強調回路の他の具体例を示すブロック図である。

【図37】量子化ステップコード及びブロック境界段差に対する量子化ステップ重み付け係数の具体例を示す図である。

【図38】ブロック境界距離に対する境界距離重み付け係数の具体例を示す図である。

【図39】量子化ステップコード及びブロック境界段差に対するコアリング重み付け係数の具体例を示す図である。

【図40】プリフィルタレベルと、フィルタ係数 $k_current$ との関係を示す図である。

【図41】コード値に応じた係数 Kfb とプリフィルタレベルとの関係を示す図である。

【図42】フィールド巡回型ノイズ低減回路の他の一例を示すブロック図である。

【図43】(a) が重み付け係数 Kfs とプリフィルタレベルとの関係を示す図であり、(b) が重み付け係数 Kfc とプリフィルタレベルとの関係を示す図である。

【図44】従来のノイズ低減回路の一例を示すブロック図である。

【図45】プリローパスフィルタの係数を示す図である。

【図46】プリフィルタ係数と符号化難易度との関係を示す図である。

【符号の説明】

1 光ディスク記録再生装置、5 MPEGエンコーダ、13 MPEGデコーダ、14 ノイズ低減回路、15 画質補正回路、19 制御回路、20 操作入力部、22, 61 フレームメモリ群、23, 62 プリフィルタ、24, 63 動画像符号化回路、25, 44, 66 動きベクトル検出回路、26, 65 プリフィルタ制御情報記憶回路、27, 46 符号化難易度測定回路、28 プリフィルタ制御回路、45 画像処理タイプ判定回路、47, 69 符号化難易度平滑化回路、48, 70 内挿補間回路、52 ローパスフィルタ、72 ブロック歪低減回路、73 フィールド巡回型ノイズ低減回路

【図20】

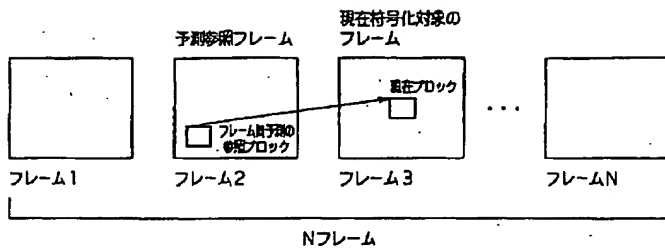
```

d_current =  $\frac{1}{s+t}$  d_ref(2) +  $\frac{s}{s+t}$  d_ref(3); ... (j)
if (d_current > G * d_ref(4)) { ..... (k)
    d_current = G * d_ref(4);
}
else if (d_current < H * d_ref(4)) { ..... (l)
    d_current = H * d_ref(4);
}
k_current = f(d_current, k_gop); ..... (m)

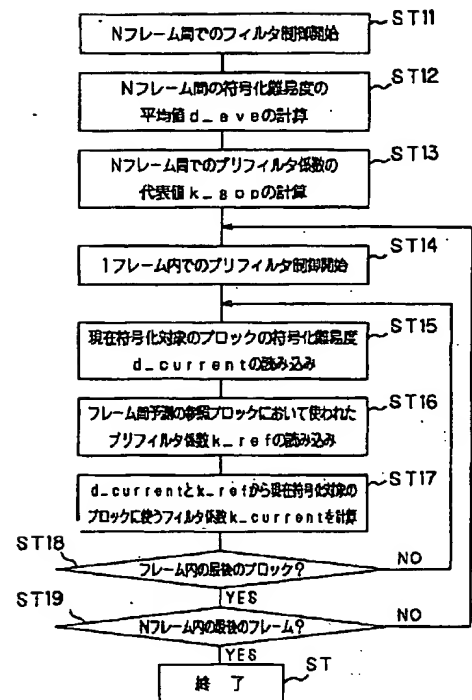
```

ここで、 $G > 1$, $H < 1$

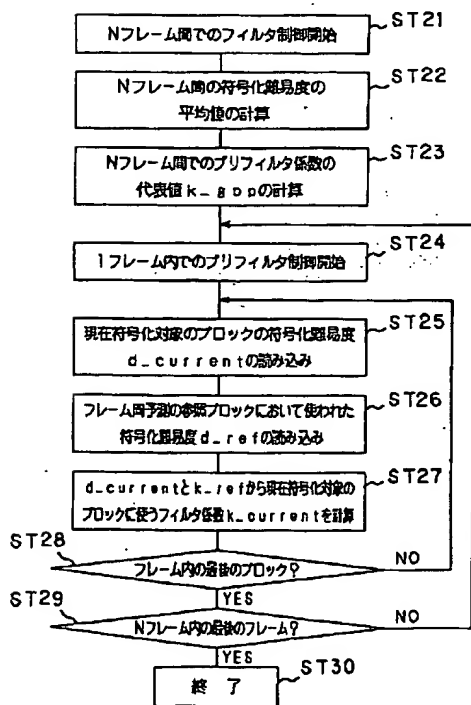
【図 3】



【図 4】



【図 8】



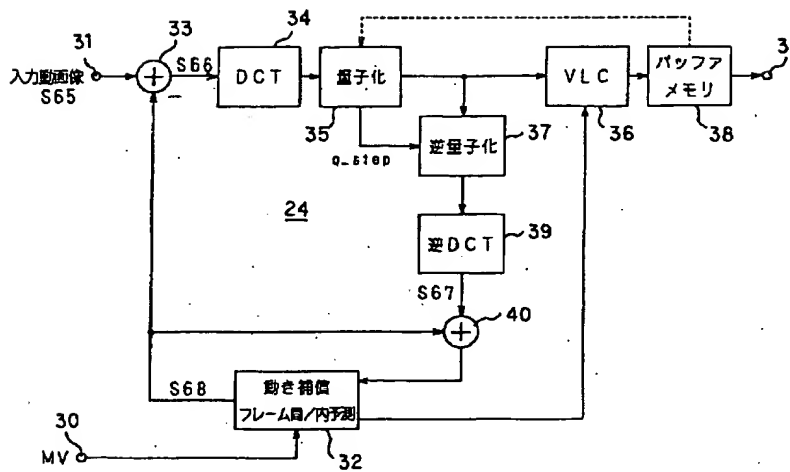
【図 9】

```

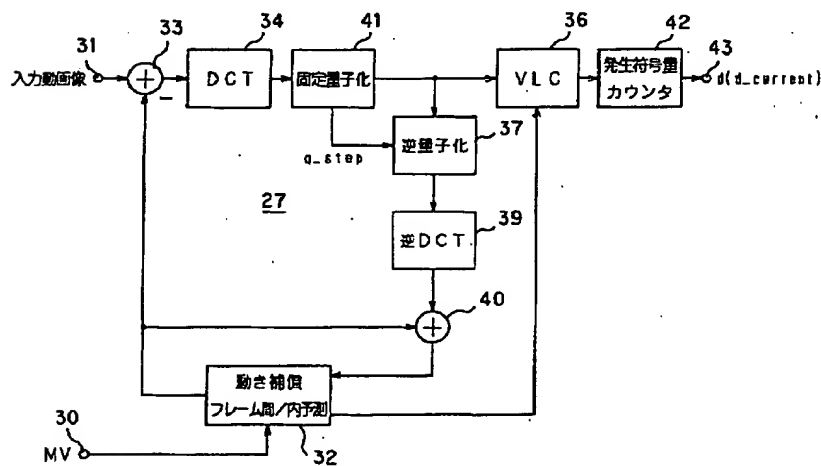
if(d_current > C * d_ref) { ..... (d)
  d_current = C * d_ref;
}
else if(d_current < D * d_ref) { ..... (e)
  d_current = D * d_ref;
}
k_current = f(d_current, k_gop); ... (f)
  
```

ここで、 $C > 1$ 、 $D < 1$

【図10】



【図11】



【図18】

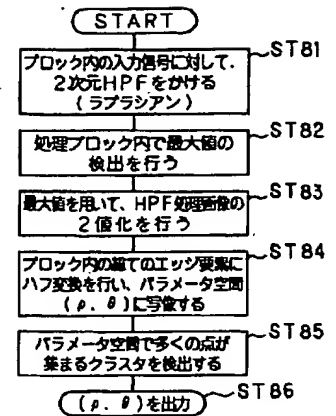
```

k_current =  $\frac{c}{s+t} k\_ref(2) + \frac{b}{s+t} k\_ref(3) \dots (g)$ 
if (k_current > E * k_ref(4)) { ..... (h)
    k_current = E * k_ref(4);
}
else if (k_current < F * k_ref(4)) { ..... (i)
    k_current = F * k_ref(4);
}

```

ここで、 $E > 1, F < 1$

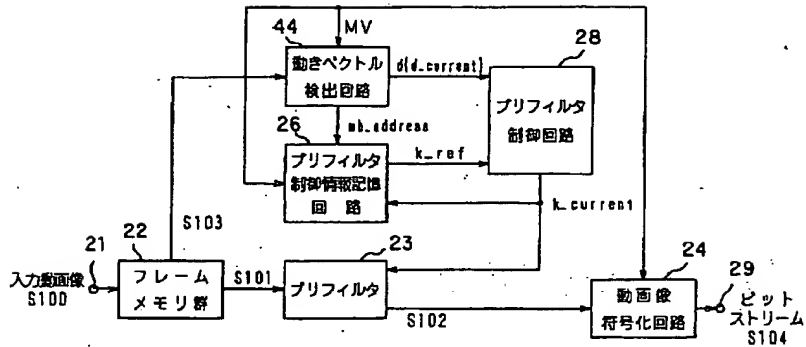
【図27】



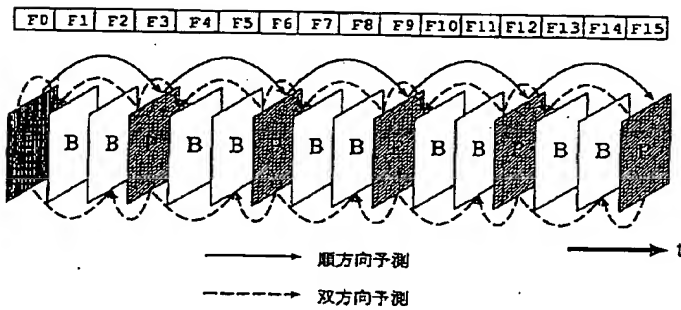
【図28】

0	-1	0
-1	4	-1
0	-1	0

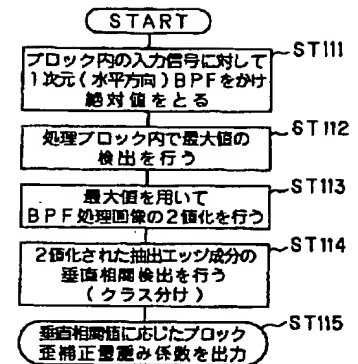
【図12】



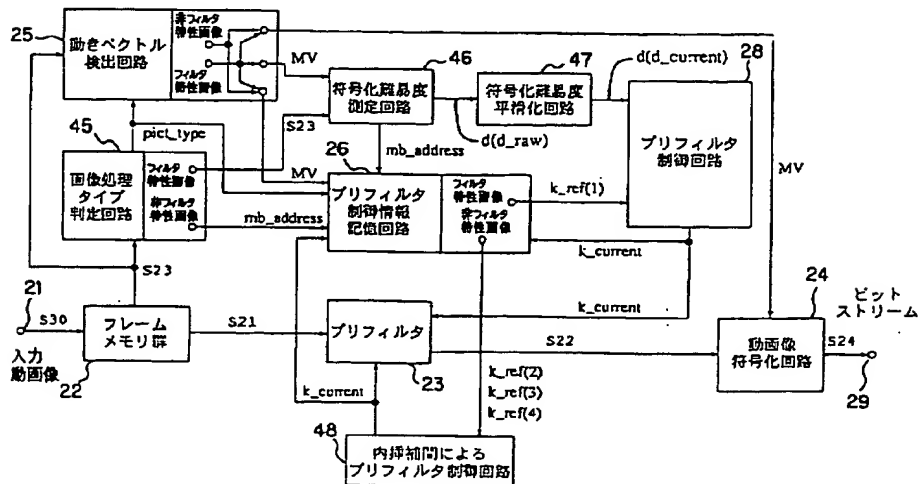
【図13】



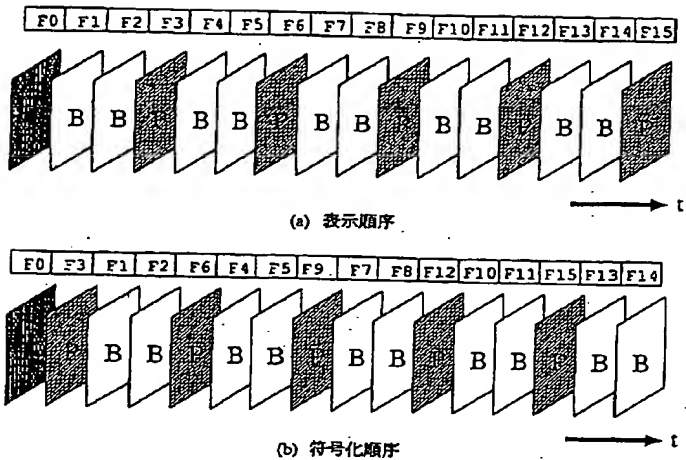
【図31】



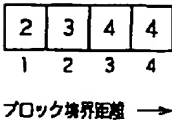
【図14】



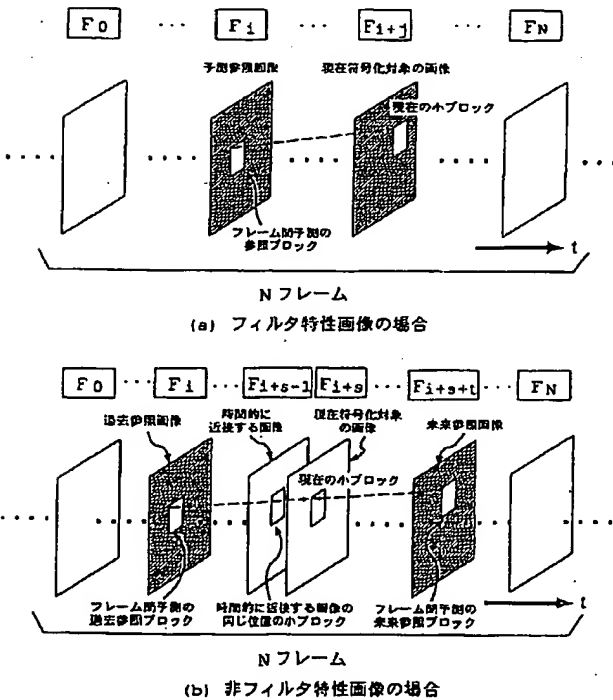
【図15】



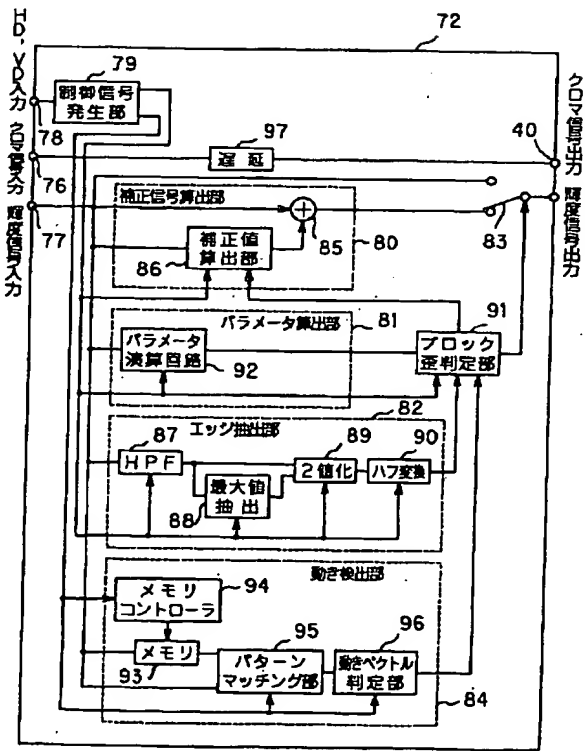
【図38】



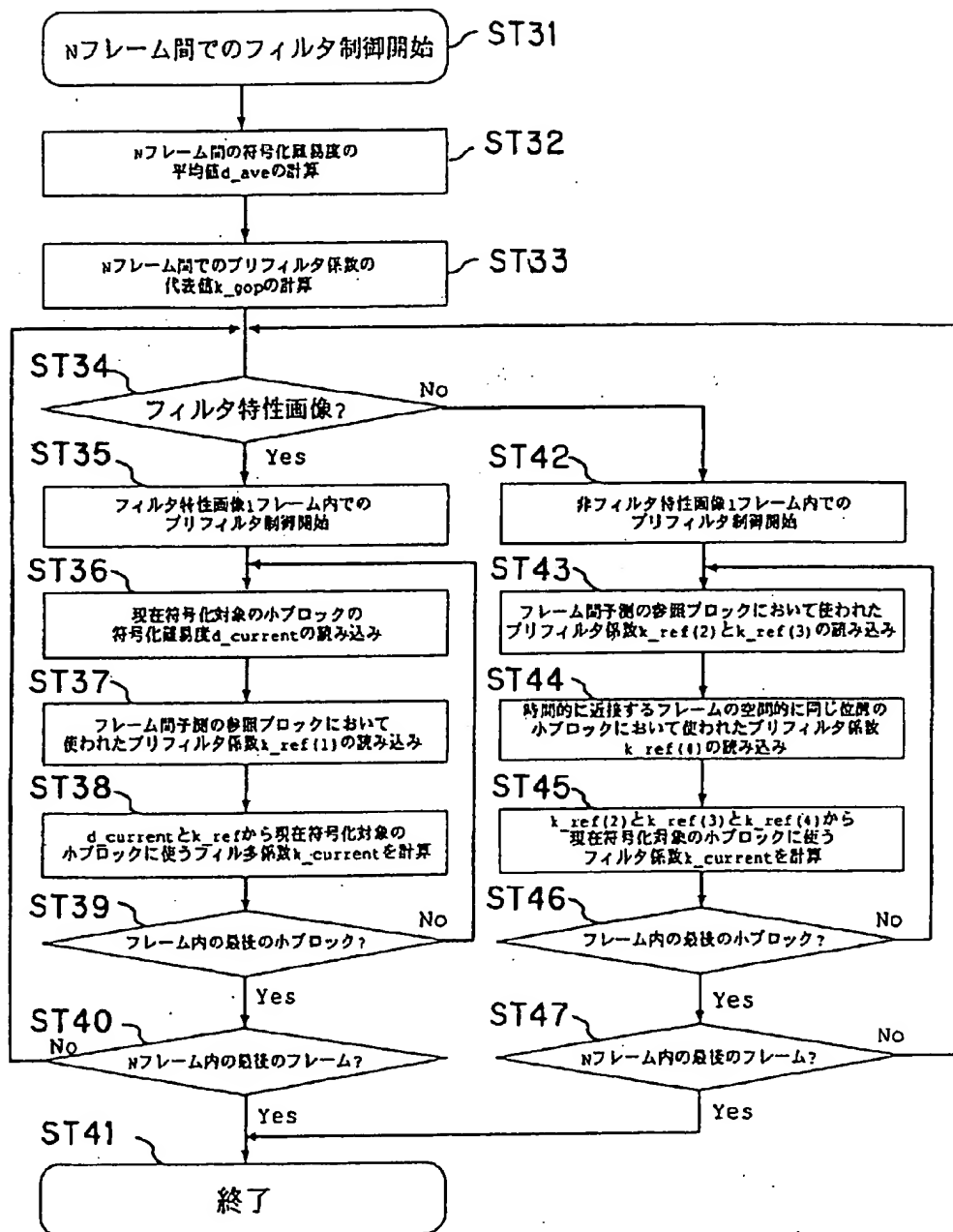
【図16】



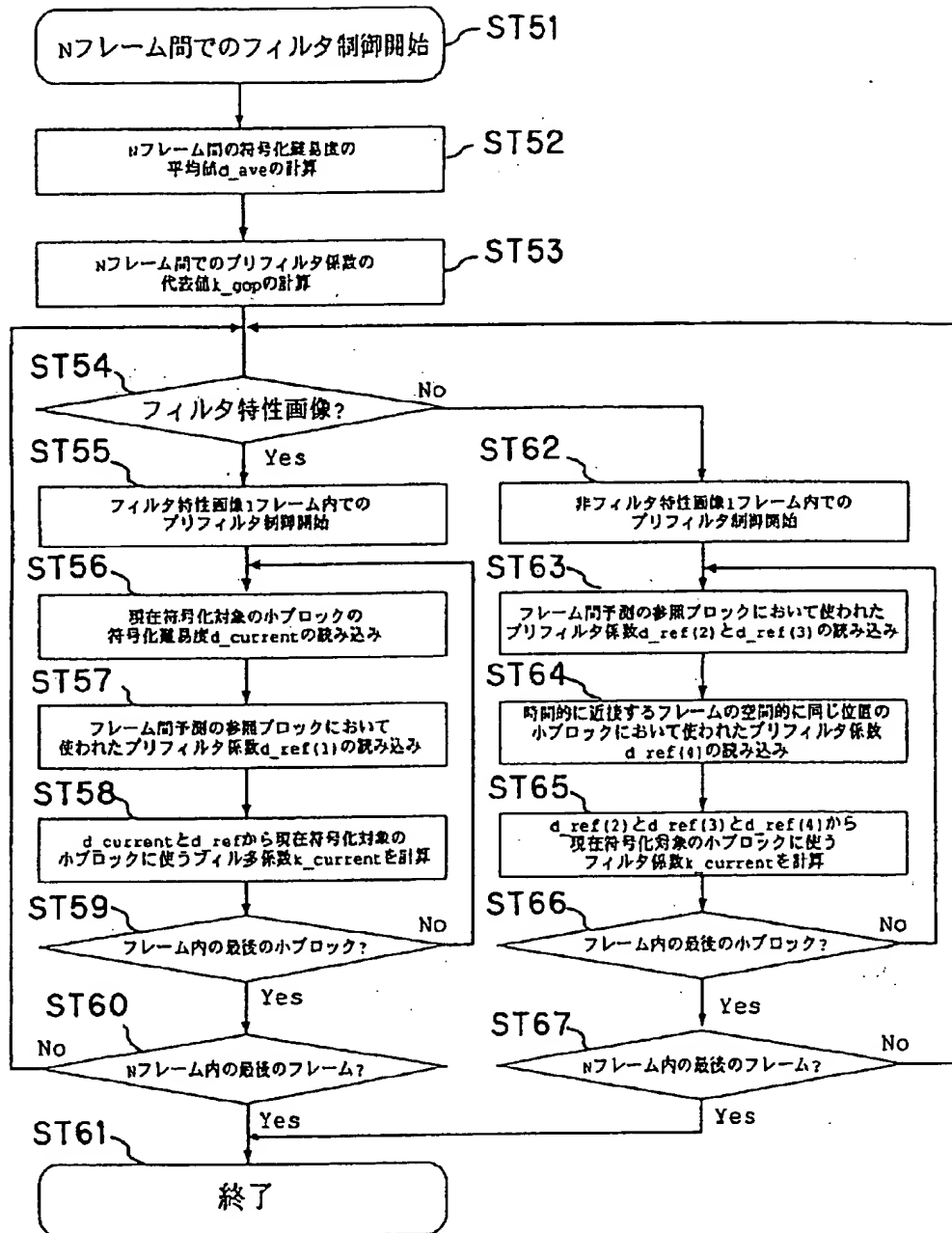
【図24】



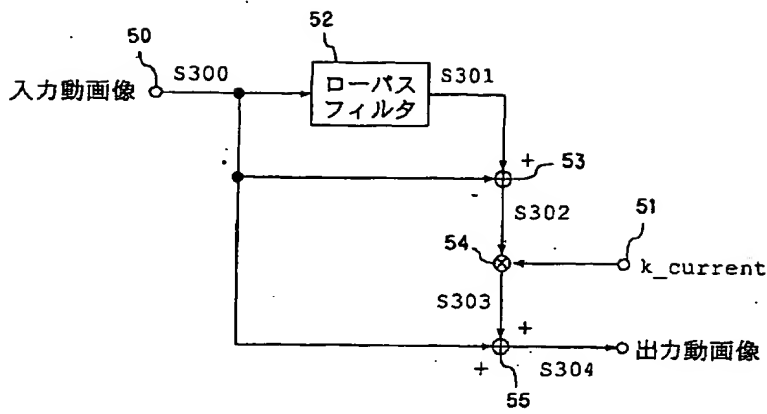
【図17】



【図19】



【図 21】



【图 39】

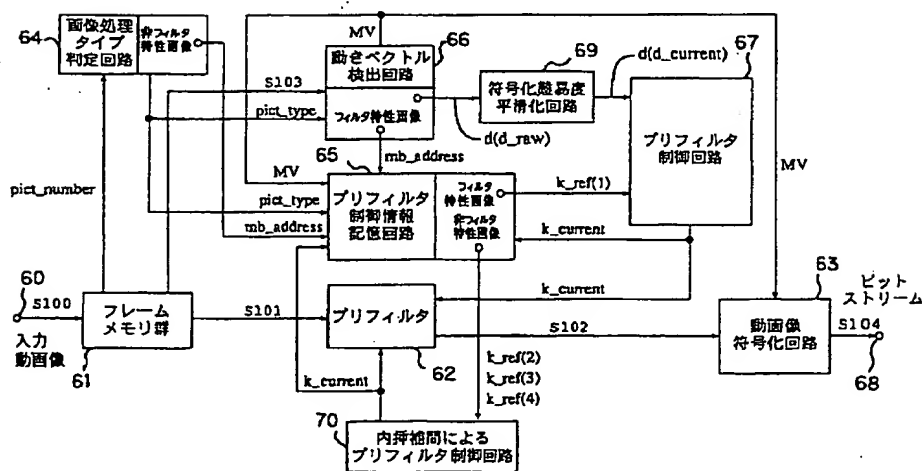
128	5	5	5	6	6	6	7	8
64	5	5	5	5	5	6	6	7
32	4	4	5	5	5	5	6	6
16	4	4	4	4	5	5	5	6
8	3	3	4	4	4	5	5	6
4	3	3	3	4	4	5	5	5
2	2	3	3	3	4	4	5	5
	1	2	3	3	4	4	5	5
	1	8	16	24	31			

量子化ステップコード →

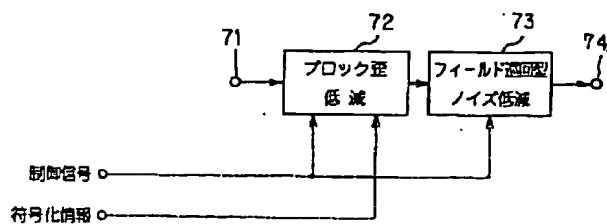
【図 45】

$$\begin{pmatrix} 1 & k & 1 \\ k & k^2 & k \\ 1 & k & 1 \end{pmatrix} / (k+2)^2$$

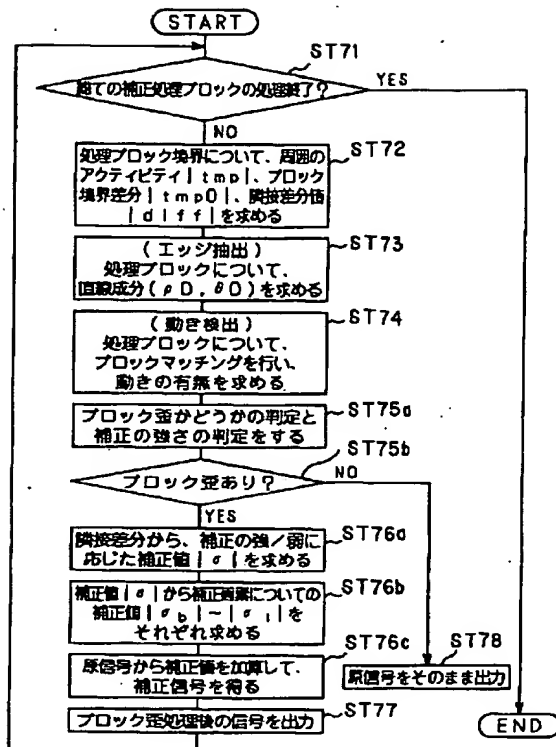
【图 22】



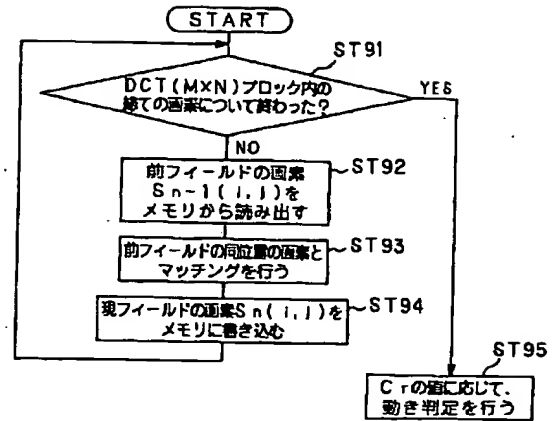
【图 23】



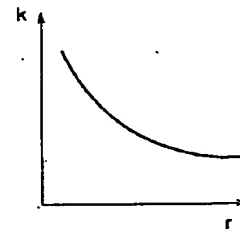
【図25】



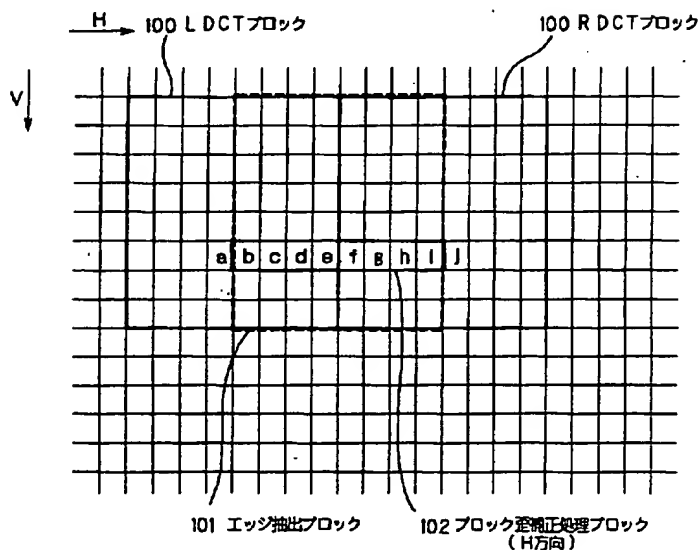
【図29】



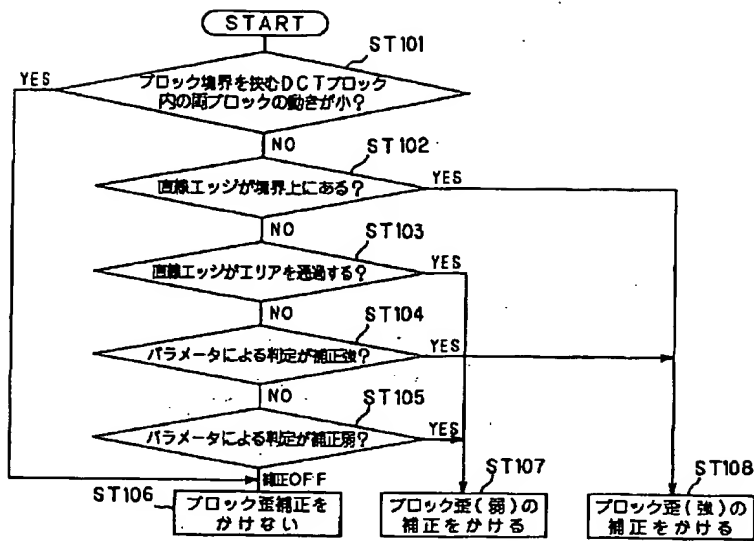
【図46】



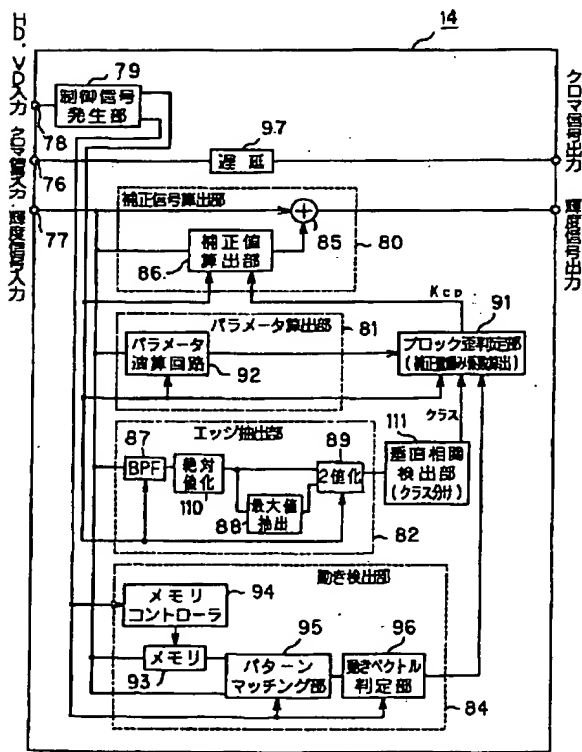
【図26】



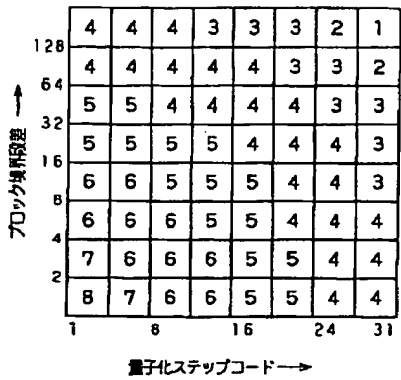
【図30】



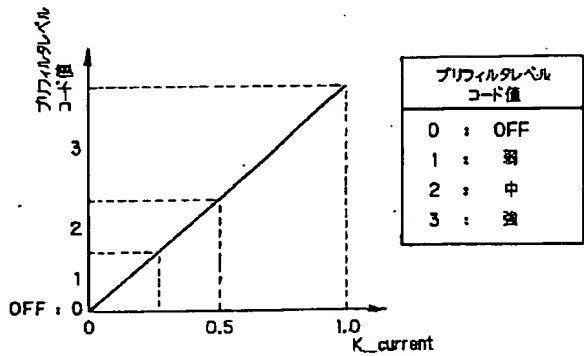
【図32】



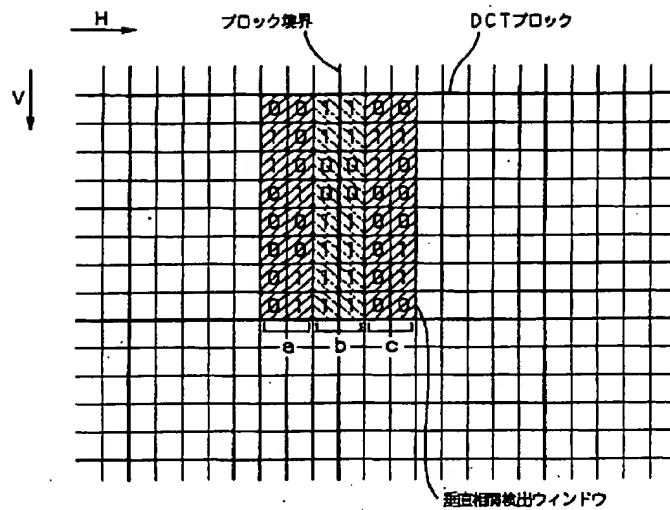
【図37】



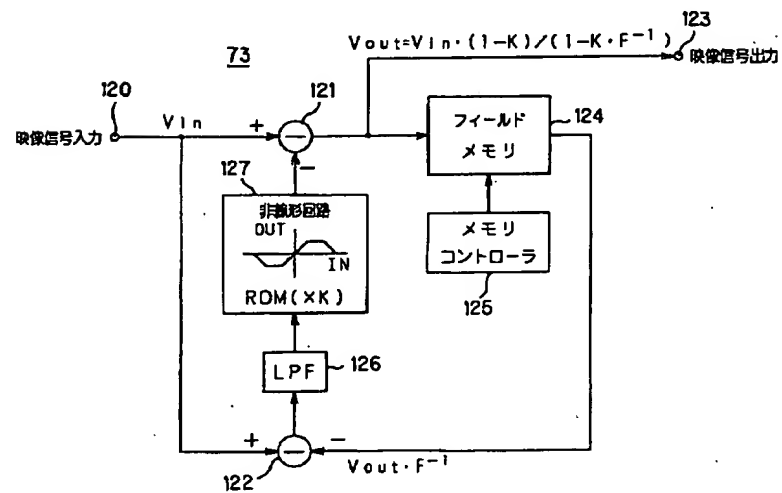
【図40】



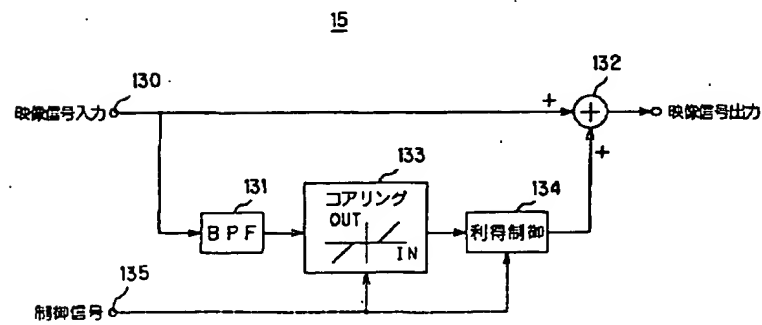
【图 3 3】



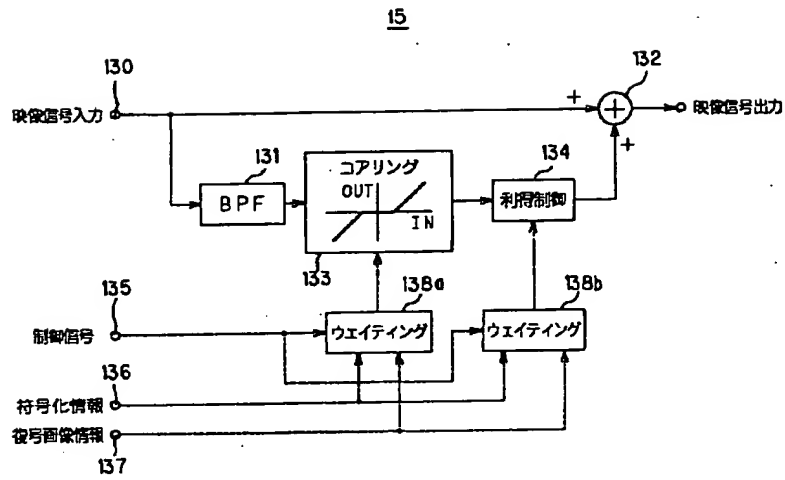
【图 3 4】



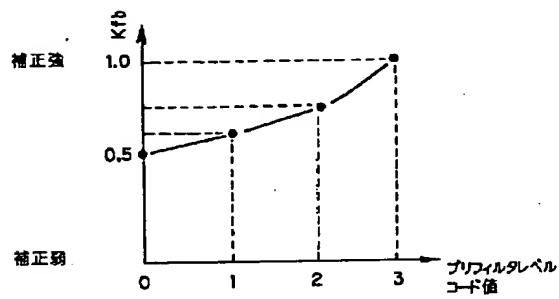
【图 3 5】



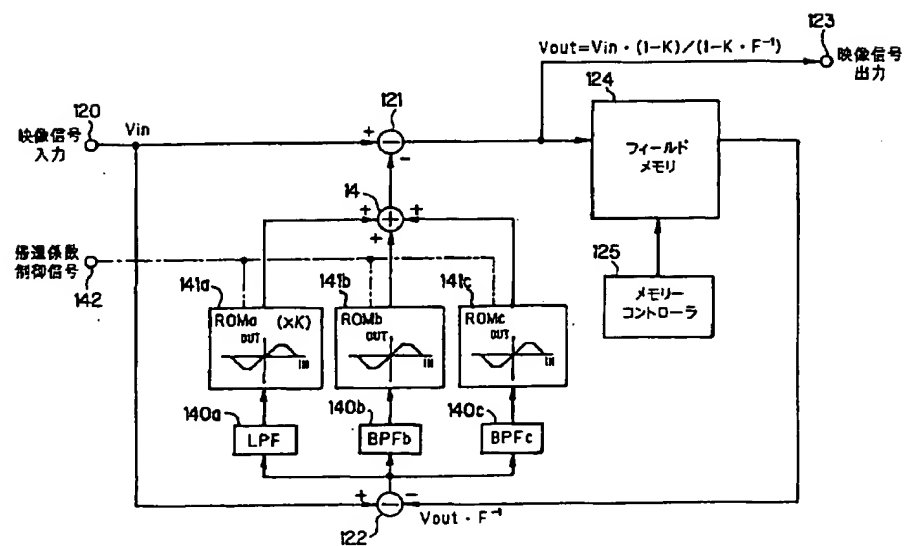
【図36】



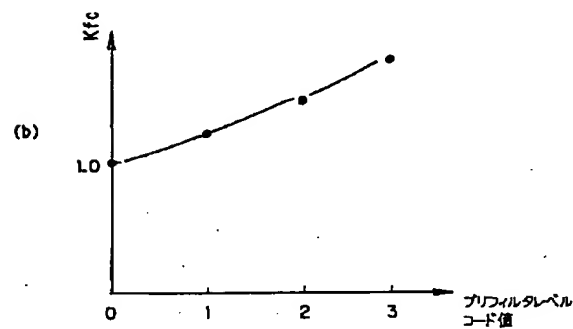
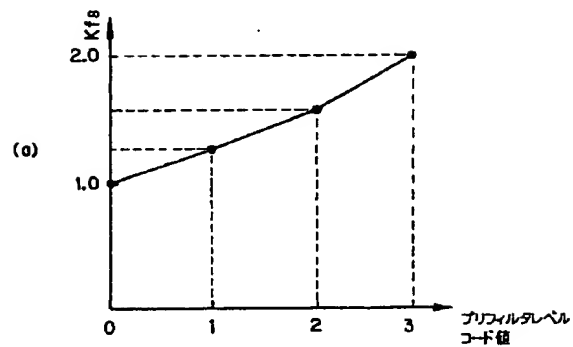
【図41】



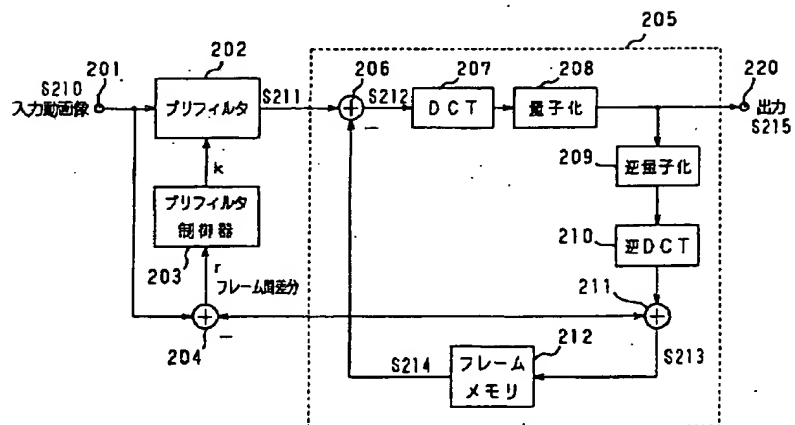
【図42】



【図43】



【図44】



フロントページの続き

(72) 発明者 伊木 信弥
 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニ
 ー株式会社内

(72) 発明者 小幡 功史
 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニ
 ー株式会社内